

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA INDUSTRIAL**

**Producto de grado previa a la obtención de título: Ingeniero Agropecuario  
Industrial**

**“IMPLEMENTACION DE UN DESTILADOR SIMPLE PARA LA  
OBTENCION DE ETANOL A PARTIR DEL PENCO AZUL (*Agave  
americana*) PARA LA PLANTA DE ALIMENTOS DEL CAMPUS JUAN  
LUNARDI PAUTE”.**

**AUTOR: MANUEL MARIA AMBULUDI GUALAN**

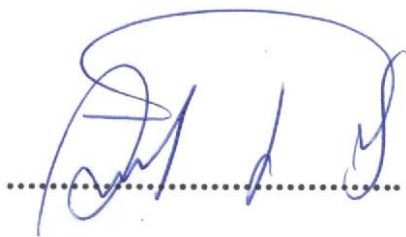
**DIRECTOR: ING. SERVIO ASTUDILLO**

**Cuenca, febrero del 2014**

**“IMPLEMENTACION DE UN DESTILADOR SIMPLE PARA LA  
OBTENCION DE ETANOL A PARTIR DEL PENCO AZUL (*Agave  
americana*) PARA LA PLANTA DE ALIMENTOS DEL CAMPUS JUAN  
LUNARDI PAUTE”.**

## **Declaratoria de responsabilidad del director**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Manuel María Ambuludi Gualán bajo mi responsabilidad.



Ing. Servio Astudillo

## **Declaratoria de responsabilidad**

Yo: Manuel María Ambuludí Gualán autor del presente trabajo de tesis,

**“IMPLEMENTACION DE UN DESTILADOR SIMPLE PARA LA OBTENCION DE ETANOL A PARTIR DEL PENCO AZUL (*Agave americana*) PARA LA PLANTA DE ALIMENTOS DEL CAMPUS JUAN LUNARDI PAUTE.”**, Declaro que: Los conceptos desarrollados, realizados y analizados aquí descrito; es de mi autoría. La Universidad Politécnica Salesiana puede hacer uso del derecho correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la ley intelectual y por la norma institucional vigente.

Cuenca, 2014



Manuel Ambuludí

1104190077

## **DEDICATORIA.**

El presente informe de la tesis dedico de una manera especial a mis padres y toda mi familia, quienes me supieron brindar todo su apoyo incondicional y así poder culminar mis estudios académicos. A los docentes y, a las autoridades de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Quienes impartieron sus conocimientos para de esa manera poder emprender el camino de un futuro mejor dentro de la ciencia, tecnología, sabiduría y orientación hacia la colectividad.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar un agradecimiento profundo y fraterno, de manera especial a, Dios, por prestarme la vida y salud. Y así mismo a mis padres por brindar su gratitud de apoyo incondicional. También de una manera especial expreso un agradecimiento fraternal a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, a todo el personal docente y administrativo y de un corazón sincero agradezco al Ing. Servio Astudillo quien me brindó su apoyo como guía responsable de este trabajo de tesis y también a todos mis compañeros y amigos quienes me supieron compartir sus conocimientos.

Y a la vida misma que me ha regalado el amor, la paciencia y sabiduría para convertir en realidad mi anhelo de ser profesional, como sinónimo de constancia y perseverancia.

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
I. PLAMTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. TEMA .....	2
1.2. INTRODUCCIÓN .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivo específico.....	3
II. MARCO TEORICO .....	4
2.1. Introducción. ....	4
2.2. Antecedentes .....	5
2.3. Descripción .....	6
2.4. Morfología y taxonomía del penco azul agave americana.....	7
2.5. Exigencias agroecológicas del cultivo .....	7
2.6. Requerimientos edáficos .....	8
2.7. Sistema de propagación .....	8
2.8. Tipos de propagación .....	8
2.8.1 Hijuelos: .....	8
2.8.2 Meristemáticos: .....	8
2.9 Siembra: .....	8
2.10. Técnica de cultivo .....	8
2.11. Riego .....	9
2.12. Suelo - trasplante.....	9
2.13. Abonado .....	9
2.14. Plagas y enfermedades .....	9

2.14.1. Pudrición del cogollo y mancha bacteriana .....	9
2.14.2. Arrugamiento .....	10
2.14.3. Viruela o negrilla.....	11
2.14.4. Mancha marginal o marchitez foliar .....	11
2.14.5. Punta seca.....	12
2.14.6. Mancha anular.....	12
2.14.7. Picudo del agave .....	13
2.15. Características generales .....	14
2.16. Principales especies .....	15
2.16.1. Agave americana verde-gris.....	15
2.16.2. Agave americana.....	16
2.16.3. Agave americana medio-picta.....	16
2.16.4. El A. Victoriaereginae.....	17
2.16.5. El A. stricta.....	17
2.17. Usos del penco azul.....	18
2.18. Usos en la cocina.....	19
2.19. Métodos de cosecha según producto.....	19
2.19.1. Cosecha para el mishki.....	19
2.19.2. Cosecha las flores de cabuya (alcaparras).....	20
2.19.3. Cosecha de las hojas para la alimentación del ganado.....	20
2.19.4. Cosecha para la fibra de cabuya.....	20
2.20. Propiedades de la miel en la industria alimenticia .....	21
3. EL PULCRE O MISHKI .....	21
3.1. Introducción .....	21
3.2. Definición.....	22
3.3. Principales provincias donde se consume actualmente el producto.....	23
3.4. Valor alimentario del aguamiel.....	24



3.5. Experiencias en nuestro país .....	24
3.6. Caracterización del pulque o mishki .....	25
3.7. Evaluación bromatológica del mishki <i>Agave americano</i> .....	25
3.8. Beneficios del aguamiel o mishki .....	26
3.9. Información nutricional de la miel de Agave azul .....	27
3.10. Composición química .....	27
3.11. Fermentación alcohólica .....	28
3.11.1. Origen e historia .....	28
3.12. Concentración del azúcar .....	29
3.13. El mishki como medio de cultivo .....	29
3.15. Microorganismos .....	30
3.16. Condiciones de fermentación alcohólica .....	30
3.16.1. Temperatura de la fermentación.....	31
3.16.2. Tiempo de fermentación .....	31
3.16.3. Otros factores que influyen en el desarrollo de la fermentación alcohólica ..	31
3.17. Mecanismos de fermentación.....	32
3.18. Tipos de fermentación alcohólica .....	32
3.18.1. Fermentación industrial.....	32
3.18.2. Fermentaciones naturales .....	32
3.18.3. Fermentaciones específicas .....	33
3.19. Fermentación alcohólica. Cómo se produce y aplicaciones.....	33
3.20. Destilación alcohólica .....	34
3.21. Filtración .....	35
4. Equipo de destilador simple .....	35
4.1. Definición.....	35
4.2. Introducción .....	35
4.3. Teoría de la destilación .....	36

4.4. Partes de destilador .....	37
4.5. Destilador conectado.....	38
4.6. Pruebas físicas del destilador. ....	38
4.7. Destilación simple.....	38
5. EL ETANOL.....	39
5.1. Descripción .....	39
5.2. Definición del Etanol .....	40
5.3. El alcohol como combustible .....	40
5.4. El Etanol se produce a partir de tres principales materias primas: .....	41
5.4.1. Sacarosas .....	41
5.4.2. Almidones .....	41
5.4.3. Celulosa.....	41
5.5. Propiedades físico – química del etanol.....	41
5.6. Producción de bebidas alcohólicas de diferentes sustratos .....	42
5.7. Distintos productos para elaborar tipos de alcoholes.....	43
5.8. Características organolépticas .....	44
III. MARCO METODOLOGICO.....	45
3.1. Delimitación.....	45
3.1.1. Temporal.....	45
3.1.2. Espacial.....	45
3.1.3. Académico.....	46
3.1.4. Metodología .....	46
IV. MATERIALES Y METODOS .....	46
4.1. Materiales.....	46
4.3. Denominaciones de herramientas para realizar el hoyado en el penco azul ( <i>agave americana</i> ). .....	46
4.4. Proceso de cosecha del aguamiel (mishki) .....	47

4.4.1. Selección del penco azul o ( <i>Agave americana</i> ) .....	47
4.4.2. Elaboración del orificio del Agave para la producción.....	47
4.4.3. Proceso de extracción del mishki.....	48
4.4.4. Hervido del aguamiel o mishki .....	49
6.4.5. Transporte .....	49
4.4.6. Hervido para la fermentación.....	50
4.4.7. Dosificación .....	50
4.4.7.1. Control de preparación del experimento al 100% mishki.....	50
4.4.7.2. Control de preparación del experimento con 75% de mishki y 25% de guarapo.....	50
4.4.7.3. Control de preparación del experimento con 50% de mishki y 50% de guarapo.....	51
4.4.8. Fermentación.....	51
4.4.9. Destilación.....	51
4.4.10. Equipo y materiales.....	52
4.4.11. Recursos humanos.....	52
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	53
5.1. Resultados obtenidos en la destilación de las tres mezclas.....	53
5.2 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 100% de mishki.	54
5.2.1 Grado Alcohólico .....	55
5.2.2 Grado de aceptabilidad.....	55
5.2.3 Características organolépticas .....	56
5.3 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 75% de mishki. ..	57
5.3.1 Grado Alcohólico .....	58
5.3.2 Grado de aceptabilidad.....	58
5.3.3 Características organolépticas .....	59
5.4 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 50% de mishki ...	60

5.4.1 Grado Alcohólico .....	61
5.4.2 Grado de aceptabilidad.....	61
5.4.3 Características organolépticas .....	62
VI. CONCLUSIONES .....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	64
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	65
ANEXOS .....	67
Planos para el diseño del destilador. ....	67
Imágenes del Destilador utilizado en el proceso.....	68
Proceso para la obtención del mishki del penco azul <i>Agave americana</i> .....	68
Paso 1. Despuntado de las hojas .....	68
Paso 2. Cortado de la hoja a ser extraída .....	68
Paso 3. Cortado en forma circular con un machete puntiagudo.....	68
Paso 4. Movimientos de las paredes de la cavidad .....	69
Paso 5. Cavidad terminada.....	69
Paso 6. Destapado del hoyo para la recolección del mishki .....	69
Paso 7. Recolección .....	69
Paso 8. Raspado de la cavidad .....	69
Paso 9. Tapado del hoyo con una piedra.....	69

<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>PAG.</b>
Tabla 1.....	7
Tabla 2.....	25
Tabla 3.....	25
Tabla 4.....	38
Tabla 5.....	43
Tabla 6.....	50
Tabla 7.....	50

Tabla 8.....	51
Tabla 9.....	53
Tabla 10.....	54
Tabla 11.....	56
Tabla 12.....	57
Tabla 13.....	59
Tabla 14.....	60
Tabla 15.....	62

## **INDICE DE FIGURAS**

**PAG.**

Figura 1 .....	4
Figura 2 .....	10
Figura 3 .....	11
Figura 4 .....	11
Figura 5 .....	12
Figura 6 .....	12
Figura 7 .....	13
Figura 8 .....	14
Figura 9 .....	15
Figura 10 .....	15
Figura 11 .....	16
Figura 12 .....	16
Figura 13 .....	17
Figura 14 .....	17
Figura 15 .....	23
Figura 16 .....	35
Figura 17 .....	38
Figura 18 .....	46
Figura 19 .....	47
Figura 20 .....	47
Figura 21 .....	48
Figura 22 .....	49

## RESUMEN

He concentrado en esta investigación sobre este trabajo porque pienso que se puede rescatar del olvido y se puede incentivar su consumo de una u otra manera, no solo por lo saludable, también al ser parte de nuestra historia aborígen no se la puede dejar de lado, y olvidar su consumo. Pienso que se puede lograr su inserción en el consumo diario ecuatoriano reemplazando a otros clásicos edulcorantes perjudiciales para la salud como la misma sacarosa, No esperemos más y empecemos a vivir sanamente con productos propios de nuestra tierra agradeciendo a la pacha mama (madre tierra) como la herencia de nuestros ancestros

Parte del trabajo se realizó en el Cantón Saraguro particularmente en la parroquia San Pablo de Tenta ya que en este sector existen grandes cantidades de penco azul en donde la población práctica el método artesanal de la cosecha del aguamiel (mishki) o extracción del mismo. Y se realizó un estudio experimental para la producción y comercialización del licor elaborado a base del mishki que exuda el penco azul *agave americana*.

El mishky tiene la siguiente composición (g/100g) 89% de agua; 6.9 fructuosa sacarosa 0.19%; carbohidratos 3%; proteína 0.34%; ceniza 0.65% y sodio 1%.

En la etapa de producción del licor del penco azul a partir del pulque o mishki. En los experimentos realizados que resulto mejor en el rendimiento del alcohol cuando se empleó el 1% de levadura fresca el tratamiento se enriqueció con urea (amonio fosfato dibásico) y con un inicial de líquido de mishki o pulque concentrada a 15° brix.

El agave americana conocida en el Ecuador como cabuya negra, de la cual se puede extraer un líquido dulce llamado chawarmishki o pulque, fue en la antigüedad una planta que tubo múltiples usos; incluso en culturas prehispánica fue venerada. Actualmente este agave ha pasado a usarse como linderos, ornamento para los

jardines, extracción de hojas y el aguamiel para alimentar al ganado y otros. Esto muestra que no está siendo debidamente aprovechada por el hombre en la actualidad se está perdiendo la cultura sobre el consumo y la utilidad del chawarmishki.

En el estudio de cosecha se determinó que para obtener el chawarmishki con mayor nivel de azúcares (°brix) deben emplearse agaves maduros próximos a la salida de sus tallos floral. Así también desde que se apertura el orificio en el agave, la calidad del aguamiel disminuya, por lo que se realizó un seguimiento productivo del agave determinando que el tiempo promedio que se produce el aguamiel aprovechable por sobre los 10 brix es de tres meses, ya que pasado este periodo se obtiene un aguamiel con un contenido pobre en azúcares desde 5 a 0°brix.

## ABSTRAC

I have concentrated in this study on this job because I think you can rescue from oblivion and can encourage their consumption one way or another, not only for the healthy, also to be part of our aboriginal history it cannot be put aside, and forget consumption. I think that can be achieved by insertion into the Ecuadorian daily consumption replacing other harmful traditional health sweeteners such as sucrose itself, not wait and start living more healthily with products of our land thanking the Pacha Mama (Mother Earth) as the heritage of our ancestors

Part of the work was performed in the Canton Saraguro particularly in the parish of San Pablo Tenta because in this industry there are large amounts of blue penco where people practice the traditional method of harvest mead (mishki) or extraction. And an experimental study for the production and marketing of liquor prepared mishki exuding nag blue agave americana was performed.

The Mishky has the following composition (g/100g) 89% water, 6.9 0.19% fructose sucrose, carbohydrates 3%, protein 0.34%, ash 0.65% and 1% sodium.

In the production stage penco blue liqueur from pulque or mishki. In the performed experiments that resulted in the best performance when used alcohol 1% of fresh yeast treatment is enriched with urea (ammonium dibasic phosphate) and with an initial liquid or concentrated mishki pulque to 15 ° Brix.

The agave americana known in Ecuador as black twine, which can extract a sweet liquid called chawarmishki or pulque, was in ancient times a plant multipurpose tube, even in pre-Hispanic cultures was venerated. Currently this agave has now used as borders, ornament for gardens, removal of leaves and mead to feed cattle and other. This shows that is not being properly utilized by humans today are losing the culture of consumption and utility chawarmishki.



The study determined that harvest for the chawarmishki with higher sugars ( $^{\circ}$  Brix) coming off their floral stems mature agaves should be used. Well since the hole in the agave openness, quality mead decrease, so a productive track agave was performed by determining the average time the usable mead is produced by about 10 brix is three months, and that after this period, mead is obtained with poor sugar content from 5-0  $^{\circ}$  brix.

## **I. PLAMTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El agave americana es conocida en México y, en el Ecuador especialmente en la provincia de Loja se denomina penco azul, de la cual se puede extraer un líquido llamado mishki, este hervido y fermentado se denomina guajango, fue en la antigüedad que tuvo la planta múltiples usos, incluso en culturas prehispánicas fue venerado como la planta de las mil maravillas. Actualmente este agave ha pasado a usarse como linderos y otras variedades en jardinerías. Esto muestra que no está siendo debidamente aprovechado por el hombre y que se ha perdido la cultura del consumo del aguamiel o mishki.

Este proyecto plantea la posibilidad de una revalorización sobre el uso de mishki mediante un manejo técnico y elaboración de algunos sustratos para la población Saragureense y del País.

Entre los beneficios sociales que se obtendrían implementado en diversas zonas modelos productivos similares a lo propuesto en el trabajo, es la de mantener la visión en el campo de la agroindustria como la fuente alternativa de la alimentación de la vida de la población, con una industria de este índole semi artesanal y artesanal que a la vez frenaría en parte la perjudicial migración, la falta de empleo y la degradación inminente de la juventud campesina que adopta estilos de vida ciudadanos consumistas, olvidando el digno e importantísimo trabajo del campesino para la alimentación y sustentación de esta sociedad.

## 1.1. TEMA

### **“IMPLEMENTACION DE UN DESTILADOR SIMPLE PARA LA OBTENCION DE ETANOL A PARTIR DEL PENCO AZUL (*Agave americana*) PARA LA PLANTA DE ALIMENTOS DEL CAMPUS JUAN LUNARDI PAUTE”.**

## 1.2. INTRODUCCIÓN

El “Maguey” es una planta de la familia Agavaceae que crece en el altiplano semiseco y frío de México. El aguamiel es un fluido obtenido del agave. El fluido se produce en las plantas adultas y se obtiene de la etapa previa a la floración. El jugo se acumula en la parte baja de la planta (mesontete). Este fluido es rico en carbohidratos como inulina, sacarosa y fructosa, además contiene pequeñas cantidades de aminoácidos y vitaminas.

El tequila es una bebida tradicional de México que se obtiene por la fermentación de la savia azucarada conocido como agua miel obtenido a partir de diferentes especies de penco o maguey *Agave americana*.

Esta bebida es también conocida por poblaciones indígenas y mestizos de muchas regiones del país del Ecuador particularmente en las áreas del callejón interandino. Se caracteriza por una bebida alcohólica blanca de olor fuerte y viscosa.

El proceso de fermentación inicia en el penco azul donde se encuentra microorganismo autóctona como levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol y bacterias productoras de exopolisacaridos. Los microorganismo transforma de manera natural parte de los azúcares disponibles en aguamiel, sin embargo el proceso se acelera por la adición de un inóculo iniciador llamado semilla o fermento.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La falta de información acerca de este tipo de producto como es el mishki que se obtiene del penco azul considerados uno de los productos nativos que sirve como materia prima, y su influencia en algunas bebidas consideradas típicas en Ecuador. Si bien es cierto la bebida indígena no solo buscaba satisfacer el apetito de beber sino en algunos casos alimentar y sanar dolencias físicas o espirituales.

Por lo tanto el presente trabajo tiene como finalidad restablecer e incentivar el manejo del cultivo en la parroquia para ello nos basamos en criterios técnicos y recomendaciones literarias y profesionales.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Obtener mediante destilación simple etanol a partir del penco azul (Agave americana).

#### **1.4.2. Objetivo específico**

- Determinar las características botánicas de la planta.
- Determinar las principales características físicas químicas de la solución (pulque o pulcre). mishki
- Diseñar y construir el destilador simple
- Determinar el método de destilación y obtención del alcohol.
- Determinar las características físicas químicas y organolépticas del etanol.

## II. MARCO TEORICO

### PENCO AZUL (*Agave americana*)

*Figura 1*



**Fuente:** el autor

#### 2.1. Introducción.

El agave americana popularmente conocida en el Ecuador como cabuya negra es una planta perenne originaria de territorios mexicanos, y que ha sido introducida en varias zonas geográficas del mundo entero.

El agave en griego significa (“maravilla”) brinda al hombre alimento bebida, material para artesanía, alimento para el ganado, e higiene personal, etc. Dentro de estos usos están en la elaboración artesanal de jarabes y bebidas alcohólicas a partir del agua miel que exuda al hacer una herida en el corazón de la planta<sup>1</sup>.

La poca disponibilidad de conocimientos sobre el manejo de esta planta han detenido el objetivo para los pequeños productores; sin embargo la producción del licor del penco azul *agave americana* representa para la comunidad una alternativa de ingresos económicos debido al cultivo poco exigente en el manejo y la extracción del mishki.

---

<sup>1</sup> ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - Repositorio Digital EPN

[bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf)

## 2.2. Antecedentes

Existen divergencias respecto a la posición taxonómica del penco azul. El primer problema es definir a qué familia pertenece. En la taxonomía clásica se le ubica en la familia Amaryllidaceae, subfamilia Agavoideae. El género *Agave* es el más grande de esta familia, comprendiendo aproximadamente, 275 especies.

Así describe un cronista español, a su llegada a América en el año de 1500, a una planta vital para la supervivencia de los indígenas, ellos la llamaban la planta de las mil maravillas. Tan solo en México crecen y prosperan al menos 136 especies, 26 subespecies, 29 variedades y 7 formas de magueyes. El *Agave americana* es una planta perenne acaule en latín: sin tallo (planta que carece de tallo), donde su corazón o meristemo está cubierta por grandes hojas dispuestas en forma de roseta. El área de dispersión es muy grande, encontrándose desde América Central hasta América del Sur y hasta los 3.400 msnm. Según este autor, esta especie sería la más difundida entre los agaves del Perú, aunque no es posible asegurar que él se haya referido exclusivamente a *A. americana*.

En el Ecuador el *Agave americano* Linneo es conocida vulgarmente como cabuya (o), cabuya (o) negro, penco negro, yanachawar, chawarquero, cabuya azul, pita, penco México, sábila dulce. La planta se distribuye geográficamente en los países Andinos como: Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela y México (Correa y Bernal 1989). En Ecuador se distribuye en las provincias de Azuay, Bolívar, Cotopaxi, Imbabura, Los Ríos, Pichincha y Loja.<sup>2</sup>

Es una planta perenne acaule (planta que carece de tallo) resistente a terrenos áridos. Las hojas crecen desde el suelo, que son grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, saliendo todas desde el centro donde permanecen desde el principio enrolladas a un tallo central donde se van formando hasta su separación, con espinas en su borde de casi 2 cm muy agudas y finas. Todas las hojas terminan en el ápice en una aguja fina de unos 5 cm de longitud y de hasta 1 cm de ancho en su parte menos extrema<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> 2(EPN),2009 .,Op.Cit.p.,4

<sup>3</sup> Tesis Agroindustrial (IAGRO)

Florece una sola vez en su vida y muere tras esta floración, un fenómeno conocido como monocarpismo. Deja a su muerte una copiosa descendencia (en hijuelos o retoños de raíz) en un tallo de unos ocho o diez metros y una anchura superior a los 10 cm de diámetro; de él y desde más de la mitad de su longitud van saliendo pequeñas ramas en forma de pirámide, terminando cada una en un grupo de flores de color amarillo-verdoso. Cada flor tiene un tamaño de unos 5 a 10 cm, y son polinizadas habitualmente por murciélagos.

Entre los 7 y los 10 años, la planta emite desde el centro de la roseta una espectacular inflorescencia de hasta 10 m. de altura, recta, gruesa hasta 40 cm. que termina en una enorme panícula con 15 a 35 umbelas ascendentes que crecen lateralmente desde el eje central y en las que brotan flores pediceladas, alargadas de hasta 9 cm. de color blanco amarillento sobre un ovario verdoso. El fruto es una cápsula oblonga trigona de 4 a 5 cm. que contiene numerosas semillas alargadas de 6 por 8mm.

La floración del maguey es la culminación de un proceso de crecimiento y acumulación del rosetón foliar, luego del cual la planta, completamente agotada perece, dejando una gran cantidad de hijuelos que retoñan libremente para proseguir el ciclo de reproducción asexual.

### **2.3. Descripción**

*El nombre del género proviene del griego agavos que significa magnífico, admirable, hermoso o noble. Es una planta perenne acaule resistente a terrenos áridos. Las hojas crecen desde el suelo, grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, saliendo todas desde el centro donde permanecen enrolladas a un tallo central donde se van formando hasta su separación, con espinas en su borde de casi 2 cm muy agudas y finas. Todas las hojas terminan en el ápice en una aguja fina de unos 5 cm de longitud y de hasta 1 cm de ancho en su parte menos extrema<sup>4</sup>.*

Compuesta de unas 20 a 30 hojas que forman una amplia roseta de hasta 2 m de diámetro. Las hojas de 1,40 m de largo y 25 cm de ancho, de color amarillo con

---

<sup>4</sup> Tesis Agroindustrial (IAGRO)

bandas azul-gris, acaban en un fuerte aguijón de 5 cm. El penco es una planta muy parecida a la sábila pero bastante más grande. Su nombre científico es *Agave americano*. En el Ecuador lo conocemos como penco, cabuya o chawarmishki (nombre kichwa) [...]. La biología reproductiva el agave puede ser iferoporas, es decir se puede reproducir varias veces y semelparos que producen una sola inflorescencia en su vida y luego muere.

#### 2.4. Morfología y taxonomía del penco azul agave americana

*Tabla 1*

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>Phylum</b>	Euphyta
<b>División</b>	Angiospermae
<b>Clase</b>	Monocotyledones
<b>Orden</b>	Amaryllidaceae
<b>Familia</b>	Agavaceae
<b>Genero</b>	Agave
<b>Especie</b>	Americana

Fuente: Hristov.A, 2004

#### 2.5. Exigencias agroecológicas del cultivo

Planta muy resistente y todo-terreno que soporta frío y sequías prolongadas.

Temperatura: 19 – 30 °C soporta temperaturas bajas

Humedad: 70 – 90%

Pluviosidad: 300mm – 1600mm anuales

Altitud: 1300 – 2820 msnm<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Hristov.A, 2004 “artículo científico sobre agave americana”. [www.ciencia.net/ver articulo /agave -americana](http://www.ciencia.net/ver_articulo/agave-america) (Abril ,2008)



## **2.6. Requerimientos edáficos**

Textura: franco arenosos permeable, profundos fértiles

Acidez: pH 5.0 – 6.5

Tipo de suelo: sueltos y permeables

## **2.7. Sistema de propagación**

El agave se puede propagar a partir de los retoños o hijuelos que crecen alrededor de la planta madre y cuando han alcanzado un largo de unos 10 cm. Deben ser cortados con un cuchillo, limpio y desinfectado, y dejados secar al aire por dos-tres días a temperatura de 15°C.

## **2.8. Tipos de propagación**

**2.8.1 Hijuelos:** nacen de las bases de las plantas de los rizomas (forma más común)

**2.8.2 Meristemáticos:** se usan las yemas de las plantas jóvenes

**2.9 Siembra:** Distancia de siembra: 1.5 y 1.5 m entre plantas y de 3- 4 m para las calles. Densidad de las plantas: 2000 – 3500 plantas por hectárea

En suelos labrada se plantan los hijuelos o semillas, que se arrancan de una planta madre. Anualmente se labra la tierra y se podan las pencas para dejar sólo las que rodean al cogollo. La planta madura es entre los siete y los diez años, pero los ciclos de cultivo varían en las diferentes regiones y hasta en un mismo sembradío.

## **2.10. Técnica de cultivo**

Los Agaves son plantas que crecen muy bien en pleno sol sea de verano o de invierno. Las temperaturas ideales están entre los 20 y los 30°C.

**Selección de terreno:** preferible planos sin grandes ondulaciones o accidentales

**Preparación del terreno:** limpieza eliminación de las piedras grandes

**Trazado de la plantación:** siguiendo las curvas de nivel.

**Hoyado:** 20 por 30 cm

**Trasplante:** con colinos uniformes

**Control de malezas:** se utiliza sistemas manuales (no utilizar químicos)

**Fito sanidad:** realizar controles en caso de que se presente alguna enfermedad como los áfidos o pulgones<sup>6</sup>.

## **2.11. Riego**

Durante los meses invernales deberá ser regada lo mucho que mantener el suelo en cuanto húmedo. A la reanudación vegetativa, en primavera, se restablecen los riego de manera gradual pero regando no excesivamente, lo mucho de mantener la tierra húmeda, no mojada. Hacia el fin del verano recomenzado a reducir gradualmente los riegos.

## **2.12. Suelo - trasplante**

El agave de grandes dimensiones se trasplanta cada año al principio de la primavera mientras las de pequeñas dimensiones cada dos-tres años.

Hijuelos nacen de las bases de la planta desde los rizomas (método más común)

## **2.13. Abonado**

**Fertilización de fondo:** colocación de materia orgánica y residuos vegetales

**Fertilización:** abonado cada 4 – 5 años con estiércol de ganado vacuno o caprino descompuesto por cada tres meses de 3-6Kg por planta distribuidos alrededor de la misma y mezclarlos con los primeros 20cm del suelo

## **2.14. Plagas y enfermedades**

### **2.14.1. Pudrición del cogollo y mancha bacteriana**

*El daño es causado por bacterias. Los síntomas inician en la espina apical o en espinas laterales, éstos avanzan hacia el centro de la penca causando una pudrición*

---

<sup>6</sup> Ídem.,p.8

*descendente hasta la piña con la pérdida del cogollo, contaminando y retrasando a la planta, siendo favorecidas por la humedad de las hojas internas del cogollo y a la falta de oxigenación. Puede ser transmitida por insectos que causan heridas (p.ej. picudo). En la marchitez bacteriana la pudrición afecta las pencas.*

*Estrategias de manejo. Abrir el cogollo. Aplicación foliar de bactericidas. Eliminación de plantas infectada<sup>7</sup>.*

**Figura 2**



*Fuente: CESAVEG*

### **2.14.2. Arrugamiento**

*Inicia con una decoloración en las hojas, después las hojas más viejas se marchitan enrollándose hacia adentro. Si la infección es severa avanza hacia la piña causando la muerte de la raíz y desprendimiento de la planta. Además, causa pérdida de turgencia de la hoja y actividad fotosintética en el área foliar. Esta enfermedad prospera en condiciones de temperatura fresca (20 a 25 °C), suelos ácidos a neutros y altos niveles de nitrógeno. Sin embargo, la mayoría de los casos es originada por factores abióticos (calor, frío, helada, muerte de la raíz, etc.) donde también pueden prosperar hongos y bacterias. Una planta acigarrada en extremo presenta una falsa madurez.*

*Estrategias de manejo. Correcta preparación y plantación del hijuelo. Aplicación foliar de fungicida sistémico. Laboreo superficial para no arrastrar el inóculo. Cuando el hijuelo es atacado es necesario replantar.*

---

<sup>7</sup> CESAVEG/ 2008/.*Campaña de manejo fitosanitario del agave tequilero.*

**Figura 3**



*Fuente: CESAVEG*

### **2.14.3. Viruela o negrilla**

*El daño es causado por un hongo. Al inicio se pueden ver pequeñas áreas oscuras parecidas a manchas de un marcador. Generalmente afecta las pencas bajas; cuando el daño es severo llega a necrosar la penca. Cuando el hongo se presenta en hijuelo recién plantado el daño es severo.*

*Estrategias de manejo. Tratamiento del hijuelo con fungicidas de contacto. Poda. Aplicación foliar de fungicidas preventivos.*

**Figura 4**



*Fuente: CESAVEG*

### **2.14.4. Mancha marginal o marchitez foliar**

*En la lesión se han encontrado hongos y bacterias como *Phoma sp*, *Alternaria sp* y *Erwinia sp*. Las áreas dañadas presentan zonas de color oscuro por ambos lados de las hojas rodeadas por un borde amarillento. Cuando la infección avanza se forman lunares muy regulares en los bordes o en la parte media de las hojas, doblando y*

*partiendo la penca. El área infectada es fuente de pudrición semi seca, con la pérdida de la capacidad fotosintética y área foliar. Con la humedad pueden presentarse secreciones rojizas. Generalmente afecta las hojas viejas y bajas. Estrategias de manejo. Poda. Aplicación foliar de fungicidas de contacto.*

**Figura 5**



*Fuente: CESAVEG*

#### **2.14.5. Punta seca**

*En la lesión se han encontrado los hongos Fusarium sp y Alternaria sp. El daño inicial se nota por un amarillamiento en el ápice (punta) de las hojas nuevas, posteriormente ocurre la muerte de la hoja. El cambio de temperatura y heladas propician la punta seca.*

*Estrategias de manejo. Poda. Aplicación foliar de fungicidas de contacto.*

**Figura 6**



*Fuente: CESAVEG*

#### **2.14.6. Mancha anular**

*En la lesión se han encontrado los hongos Didymosphaeria sp y Nectria sp. Este hongo forma una serie de anillos concéntricos de color rojizo muy regulares. A*

*medida que maduran se tornan pardos. Afecta las hojas bajas y viejas luego invade las pencas sanas y a la planta por completo. Requiere condiciones de humedad. Estrategias de manejo. Poda. Aplicación foliar de fungicidas de contacto.*

**Figura 7**



*Fuente: CESAVEG*

#### **2.14.7. Picudo del agave**

*Las larvas son de color blanco cremoso, en forma de una “C” sin patas, con cuerpo segmentado y estriado; miden de 1 a 2 cm de largo, con cabeza grande y dura; presentan en un extremo dos prolongaciones pequeñas (cercos). El adulto es de color negro brillante, mide de 1.5 a 2.5 cm de largo, con pico bien desarrollado y encorvado. Completa su ciclo en unos 125 días, pasando por 11 estadios larvales. Los adultos se encuentran en la base de las pencas, así como dentro de las cabezas, generalmente en aquellas que están en proceso de descomposición debido al ataque de las larvas.*

*Las larvas del picudo pueden barrenar las cabezas de agaves maduros de más de 4 años de edad, también pueden atacar plantas jóvenes de 1 a 3 años. El daño inicial se nota por perforaciones y secreciones gomosas entre el cogollo y la penca, formando galerías y causando pudrición blanda<sup>8</sup>.*

*Estrategias de manejo. Limpieza de la huerta Eliminación de plantas infestadas para que no se vuelvan un foco de infección sobre todo en plantas maduras. Realiza muestreos para la detección oportuna de los adultos. Para el control de adultos algunas cepas del hongo *Beauveria bassiana* tienen buena efectividad así como el*

---

<sup>8</sup> CESAVEG/ 2008/.*Campaña de manejo fitosanitario del agave tequilero.*

*insecticida zeta cipermetrina. Una vez que la larva barrena la piña o el adulto coloniza el cogollo son difíciles de controlar.*

**Figura 8**



*Fuente: CESAVEG*

### **2.15. Características generales**

Las Hojas sésiles dispuestas a rosetas, lanceoladas, más o menos carnosas, de color blanco-azulado o blanco-grisáceo que acaban con una aguja fina y casi siempre espinosa sobre los márgenes. Flores son dispuestas en inflorescencias paniculadas o espigadas según la especie que se forman al centro de la roseta de hojas.

El agave florece una sola vez en su vida y luego muere entre los 7 y los 10 años, la planta emite desde el centro de la roseta una espectacular inflorescencia de hasta 10 m. de altura, recta, gruesa hasta 40 cm. que termina en una enorme panícula con 15 a 35 umbelas ascendentes que crecen lateralmente desde el eje central y en las que brotan flores pediceladas, alargadas de hasta 9 cm. de color blanco amarillento sobre un ovario verdoso<sup>9</sup>.

El fruto es una cápsula leñosa con muy diversas formas, dehiscente con tres alas. Un tallo florales altos hasta de 9 metros de alto. Hasta los gigantescos magueyes del altiplano mexicano que llegan a alcanzar tres metros de altura y 10 metros de circunferencia

---

<sup>9</sup>*Agave americana - Fichas de plantas - Infojardín*  
[fichas.infojardin.com/.../agave-americana-pita-alcivara-pitera-sisal-maguey.](https://fichas.infojardin.com/.../agave-americana-pita-alcivara-pitera-sisal-maguey)



**Figura 9**



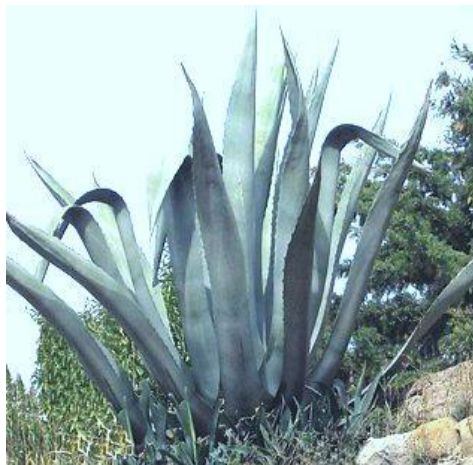
*Fuente: fichas de plantas infojardin*

## **2.16. Principales especies <sup>10</sup>**

### **2.16.1. Agave americana verde-gris**

El A. americana, tiene espléndidas hojas verde-grises, espinosas a lo largo de los márgenes y terminantes con un gran agujón. Es una planta que crece bastante rápidamente alcanzando la madurez en pocos años. Es el agave más difuso y conocido en todo el mundo de las zonas caliente-templadas en cuánto el más tolerante, entre las muchas especies, en hecho de temperatura y por la capacidad de también crecer en maceta.

**Figura 10**



*Fuente: el autor*

---

<sup>10</sup> Agave americana - Fichas de plantas - Infojardín., ídem.p.15



**2.16.2. Agave americana** con hojas de un verde intenso estriado de amarillo sobre los márgenes de las hojas. Son muy decorativas sus variedades, principalmente la marginata y la medio-picta, con infinitas hibridaciones que varían la coloración y formas de sus bandas.

*Figura 11*



*Fuente: Elicriso*

Todas estas formas más o menos variedades son un poco más delicadas que la especie tipo. En concreto, sufren con las bajas temperaturas y no resisten bien la helada.

**2.16.3. Agave americana medio-picta** con hojas gris-verde con una estriación central blanco-argentada.

*Figura 12*



*Fuente: Elicriso*

**2.16.4. El A. Victoriae reginae** tiene las hojas largas y sutiles, estriadas de manera irregular de blanco. Es una planta de pequeñas dimensiones que queda muy compacta. Produce una llamativa inflorescencia llevada por un largo tallo alto de los 2 a los 4 metros. Es originaria de las zonas desérticas de México y crece en terrenos predominantemente calcáreos. <sup>11</sup>

*Figura 13*



*Fuente: Elicriso*

**2.16.5. El A. stricta** presenta las hojas verdes, rígidos, sutiles, largas hasta 40 cm y terminantes con una larga espina. La inflorescencia es llevada por un largo tallo floral alto hasta dos metros.

*Figura 14*



*Fuente: Elicriso*

---

<sup>11</sup> *Agave* - Información sobre la planta - Propiedades y cultivo - Elicriso

[www.elicriso.it/es/como\\_cultivar/agave/](http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/agave/)

## **2.17. Usos del penco azul**

Usos principales: en elaboración de fibras textiles, en la elaboración de bebidas alcohólicas y como plantas ornamentales.

**1.-** En la elaboración de fibras textiles: desde la época prehispánica en Mesoamérica se utilizó el maguey para confeccionar vestimentas para el pueblo ya que los nobles solían usar ropa de algodón, elaborada a partir del algodón silvestre que se podía obtener. En la actualidad existe una industria bien posicionada que elabora prendas y jergas a partir del maguey.

**2.-** En la elaboración de bebidas alcohólicas: destacan las industrias productoras de tequila y mezcal, y el pulque.

**3.-** Plantas ornamentales, la utilización de plantas de maguey o agave para engalanar jardines está muy extendido en el mundo, lo mismo se utilizan en grandes residencias que en humildes casas y se pueden apreciar todas sus variedades, desde las muy conocidas hasta las exóticas<sup>12</sup>.

Diferentes productos se pueden obtener de la cabuya negra son. Aguamiel, hojas para la alimentación del ganado vacuno y fibra, la siguiente información es tomada del “Proyecto derivado de la cabuya negra” (PDA Pujili guangaje 2006).

Se elabora de aquellas pencas hilo para coser. También hacen cordeles y sogas, maromas y cinchas, y jacimas y todo lo demás que se hace del cáñamo.

Sacan también de él vestido y calzado, porque el calzado de los indios es muy al propio del que traían los apóstoles, porque son propiamente sandalias. Hacen también alpargatas como mantas y capas. Las púas en que se rematan las hojas sirven de punzones, porque son agudas y muy recias, tanto, que sirven algunas veces de clavos, pueden servir de tachuelas cortándolas pequeñas. De las púa pequeña al sacar la saquen con hebra, y servirá de hilo y aguja.

---

<sup>12</sup>escuela superior politécnica de Chimborazo ... - DSpace ESPOCH

[dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/830/1/27T0145.pdf](https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/830/1/27T0145.pdf)

En fin, que el penco azul produce una comida: las pencas cocidas; una bebida: el agua miel; un licor: el pulque; fibras para el tejido del ayate indígena; hojas para el papel; y agujas y punzones, clavos e hilos: las púas de sus hojas, material de construcción, sus pencas y su vástago; una golosina: la miel y combustible en sus pencas secas; y adornos, agua, vinagre, alcohol, jarabes y varios productos más<sup>13</sup>.

## **2.18. Usos en la cocina<sup>14</sup>**

El uso de la miel es muy amplio en la cocina entre los que resaltamos los más importantes:

Industria panadera y de pastelería: se usa como humectante por su elevada capacidad para retener agua, evitando así que estos productos se resequen rápidamente.

Aumenta la dulzura y frescura de salsas.

Productos horneados, mejora las características organolépticas.

Endulzante natural: Posee mayor poder edulcorante que el azúcar.

Se utiliza como ingrediente en la preparación de alimentos.

Sirve para untar y endulzar los alimentos.

Mejora la conservación de los alimentos

## **2.19. Métodos de cosecha según producto**

### **2.19.1. Cosecha para el mishki**

Cuando la planta ha alcanzado el punto de madures previo a la salida del chawarquero (flor de penco), o mejor dicho la gigante inflorescencia es el momento

---

<sup>13</sup> DSpace ESPOCH.Op.Cit.p. 19

<sup>14</sup> UNIVERSIDAD Tecnológica Equinoccial TEMA.,2008

[repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/9605/1/37366\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/9605/1/37366_1.pdf)

idóneo para la realización del orificio. El rendimiento dependerá de la edad y del tamaño de orificio del cabuya, se puede recolectar todos los días desde ½ litro hasta 3 litros en turnos de por tres veces al día el tamaño global del agave hará que este cosecha dure de un mes hasta los 3 meses hasta que la planta se haya secado. El penco utilizado es el Agave Americano o Agave Negro, en México se lo conoce como Maguey<sup>15</sup>.

### **2.19.2. Cosecha las flores de cabuya (alcaparras)**

Si la cosecha está enfocada a la recolecta de las alcaparras o flores del agave será necesario esperar al desarrollo de la inflorescencia hasta el estado de maduras.

El rendimiento hasta 30 panículos emergen del tallo florar del agave cada uno con más de centenar de flores dependiendo el tamaño y el grado de madurez en el que se pretenda cosecha.

### **2.19.3. Cosecha de las hojas para la alimentación del ganado**

Se realiza el corte desde la base de las hojas en un agave maduro, en una sola ocasión de la vida de la planta se le cortan la totalidad de la hojas dejando únicamente el corazón de la planta que también puede ser utilizada para la alimentación de los animales

En una Agave maduro se puede encontrar más de cincuenta hojas para la alimentación del ganado.

### **2.19.4. Cosecha para la fibra de cabuya**

El Agave americana es comúnmente utilizado para la extracción de la fibra por la mayor cantidad de la pulpa y jugos en la hoja en comparación con otros Agaves, dificulta la extracción de la fibra a mano. Además ocuparían mucho volumen en las cochas que se hacen para el enriado o pudrición de las penca en agua facilitando la separación y extracción del fibras. En el primer año de cosecha se pudrirán 4

---

<sup>15</sup> (EPN), Junio 2009) .Op.Cit.p.4

toneladas /Ha, 6 toneladas en el segundo y 8 toneladas en el tercero aproximadamente.

## **2.20. Propiedades de la miel en la industria alimenticia<sup>16</sup>**

*Son varias sus propiedades las cuales no podemos pasar por alto. Saborización el ácido glicémico que contiene la miel realza el sabor de los preparados. Además posee una cualidad interesante que es la de reemplazar al sodio. En las ingestas dietéticas posee una verdadera importancia, justamente, cuando es necesario sustituir al sodio.*

*La forma de saborizar que posee la miel es muy interesante para aplicarla a la elaboración de productos lácteos. Por ejemplo, el yogurt con miel ha tenido bastante éxito en otros países como España o Brasil. Se utiliza para saborizar dulces, mermeladas y caramelos.*

***Humectación:*** *la miel contribuye a humectar los alimentos, en especial, los preparados de confitería tales como las masas. Elimina la sequedad y la porosidad de estos preparados y mejora la textura de los productos horneados, dando la de una apariencia húmeda y brillante en su superficie.*

***Gratinación:*** *en la preparación de carnes de aves principalmente, mediante el uso de la miel se logra un buen punto de gratinación lo que le brinda a la carne una excelente presentación y sabor.*

***Antioxidante:*** *posee una importante actividad antioxidante, permitiendo la conservación de distintos tipos de alimentos. Es muy útil en el caso de las frutas secas y frescas, pudiendo conservar la ensalada de fruta sin que ésta se oscurezca por la oxidación.*

## **3. EL PULCRE O MISHKI**

### **3.1. Introducción**

La vida del hombre está íntimamente relacionada a su medio ambiente, en particular a los vegetales, los cuales le proporcionan alimento, así como otros beneficios los cuales tienen que ver con la obtención de remedios naturales que le permitan curar sus dolencias. Se considera como planta medicinal todo producto de origen vegetal

---

<sup>16</sup>UTE.,2008 .Op.Cit.pag.20

que recolectado o separado de la naturaleza tiene una composición y unas propiedades tales, que constituyen la forma bruta del medicamento

Las plantas medicinales se conocen de tiempos muy antiguos y se pasan de generación en generación, una de esas plantas medicinales usadas por los hombres y que fueron pasando a las diferentes generaciones suyas como parte de su cultura folklórica en el tratamiento de sus males es el penco azul (*Agave americana*).

Los usos medicinales del penco azul son muy amplios, debido a que algunas especies eran usadas para curar enfermedades como la falta de movimiento de los miembros, como vigorizante, contra el dolor del cuerpo como el de las articulaciones, las hojas se usaban para prevenir escorbuto quemándolas y obteniendo jugo y tomándolas en ayunas, pencas asadas sanaban la sarna, como bebida alimenticia, diurético, depurativo.

En medicina popular laxante, vulnerario, la infusión de las hojas se usa como bebida refrescante, con efecto hepático y digestivo, externamente se ha usado para lavar los ojos irritados, El jugo fresco de las hojas es resolutivo y se ha usado para tratar heridas e irritaciones de la piel.

### **3.2. Definición**

La Miel de Penco o Agave se obtiene a partir del chawarmishki o agua dulce que se extrae de los pencos maduros a los que se les ha hecho un hueco cerca de su corazón, utilizando técnicas milenarias.

El “chawarmishqui” (*chawar* = penco y *mishky* = dulce) se lo consume principalmente fermentado como “guajango” en las fiestas tradicionales indígenas, también como refresco o cocinado con arroz de cebada. Tradicionalmente se le atribuyen varios usos medicinales, como excelente para los huesos y desinflamante<sup>17</sup>.

Estudios recientes han descubierto que la miel de agave posee un bajo nivel glicémico lo cual la convierte un dulce muy saludable apto incluso para diabéticos.

---

<sup>17</sup>Preguntas Frecuentes | Mishkyhuarmi

[mishkyhuarmi.wordpress.com/preguntas-frecuentes/](http://mishkyhuarmi.wordpress.com/preguntas-frecuentes/)

El nivel glicémico es una manera de medir el impacto de los alimentos ingeridos en el nivel de azúcar en la sangre. Los alimentos con un alto nivel glicémico contienen carbohidratos que el organismo puede convertirlos muy rápidamente en azúcar; lo que ocasiona un rápido incremento en el nivel de azúcar en la sangre.

Posee muchas propiedades medicinales, como: desinflamatorio, excelente para la artritis, antibacterial, ayuda al sistema inmunológico y fortalece los huesos al ayudar al organismo a asimilar el calcio.

La actividad de cosechar el chawarmishki está<sup>18</sup> muy ligado a las tradiciones ancestrales de nuestras comunidades, lamentablemente hemos sido testigos de cómo cada vez hay menos jóvenes interesados en esta actividad. Al comprar una miel de Agave usted está ayudando a que las mujeres de las comunidades con los suelos menos productivos, tengan un ingreso extra, además de apoyar esta tradición milenaria, tan ligada a nuestras culturas andinas.

### **3.3. Principales provincias donde se consume actualmente el producto**

Actualmente se tiene datos que se continua con su consumo en baja escala en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Azuay Chimborazo, Bolívar, Cañar y Loja

*Figura 15*



*Fuente: el autor*

**Orificio en un cogollo de un agave americana**

---

<sup>18</sup> MISHKI WARMY *Chaguado Por Mujeres de Pingulmi y Guachalá, Cayambe - Ecuador* disponible en: [www.quitsato.org](http://www.quitsato.org) o también en [www.sangay.com/ecuadorguide/ecuador/mishky20/03/2011](http://www.sangay.com/ecuadorguide/ecuador/mishky20/03/2011)



### **3.4. Valor alimentario del aguamiel**

La alimenticia savia del agave era empleada en sus diversas formas por muchos pueblos de norte y mesoamericana, así como en muchos otros países americanos. Su utilidad como alimento está señalada para algunas zonas de Colombia y Venezuela donde es cultivada y empleada también en la fabricación de una cerveza llamada “pulque”. Se recoge en toda la sierra ecuatoriana, especialmente en Imbabura, Loja y Cuenca, donde se toma en coladas con el agregado de arroz o cebada y también como bebida fresca o fermentada.

### **3.5. Experiencias en nuestro país**

La industrialización del chaguarmishqui, una bebida ancestral indígena es un proyecto de mucha importancia. En la actualidad un 10% de los habitantes de las comunidades de Uduzhapa y Ñamarín del Cantón Nabón se dedican a producir este licor además de miel, productos que se comercializan a nivel interno por su poder curativo – medicinal mientras que la panela se produce para el autoconsumo

En Ñamarín del cantón Nabon <sup>19</sup> espera Salvador Toledo, conocido como Taita Shalva. Cuenta que el aguamiel obtenido del penco es medicinal. “La miel de penco mezclada con leche es para el reumatismo y la miel con tequila da energía; los jóvenes y los viejos se benefician” depende de la calidad de la planta. “Para obtener un buen tequila es necesario que el penco esté maduro y robusto, así el líquido espumante, que se saca del corazón, tendrá un sabor dulzón intenso, que ayuda al sabor del tequila”.

Otros productos derivados de esta planta constituyen materia prima para la elaboración de cuerdas o sogas, jabón, ensaladas, leña, ceniza, bancos, escaleras y barras para cubierta de casas.

La comunidad Gera se localiza a 152 km de Cuenca y a 10 km de Saraguro, pertenece a la provincia de Loja, ubicada a una altura de 2300 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 15 grados centígrados. Gera es una de las comunidades de

---

<sup>19</sup> El Mercurio. 2004. *Festival de la alegría en Ñamarín [2004-10-25]*. El Mercurio de Cuenca (Ecuador). URL: <http://www.elmercurio.com.ec/> (25/12/2005)

Saraguro que mantiene intacta la arquitectura tradicional, cuenta con un museo de sitio, vestigios arqueológicos, es el lugar ideal para el cultivo de la planta denominada el Penco (*agave americano*) de donde se extrae el pulcre o mishqui, que al realizarse el proceso de fermentación se adquiere una bebida alcohólica denominada “Guajango”.

### 3.6. Caracterización del pulque o mishki

El mishki recién recolectado posee características organolépticas de un agave en buenas condiciones.<sup>20</sup>

*Tabla 2*

<b>FACTORES ORGANOLÉPTICOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Color	Ligeramente amarillo turbio
Olor	Característico penco
Sabor	Dulce
Aspecto	Líquido

Fuente: (EPN), Junio 2009

### 3.7. Evaluación bromatológica del mishki *Agave americano*

*Tabla 3*

<b>Descripción</b>	<b>valores</b>
Proteína (%)	0.34
Ceniza (%)	0.65

---

<sup>20</sup> ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - Repositorio Digital EPN

[bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf)

Solidos totales (%)	10.76
Sodio (mg/100g)	1
pH (20°C)	6.8
Acidez (% exp como . ácido acético)	0.31
Densidad (g/ml)	1.02

**Fuente:** EPN), Junio 2009.

### **3.8. Beneficios del aguamiel o mishki**

Los Fructooligosacáridos facilitan el buen funcionamiento del sistema intestinal, así como del organismo en general gracias a sus efectos directos sobre la producción de las bifidobacterias. (Bacterias intestinales provechosas para el organismo)

Propiedades de estos Fructooligosacáridos

- Estimulante del crecimiento de la flora intestinal (prebiótico)
- Están libres de calorías, por lo que son recomendables en dietas de control de peso.
- Inhiben el crecimiento de bacterias patógenas (E.Coli, Listeria, Shigella, Salmonella)
- Son tolerados por las personas diabéticas e ideal para los hipo glucémicos. Beneficia a ambos porque tiende a regular los niveles de insulina.
- Los FOS no son útiles para las bacterias formadoras de caries dentales.
- Disminuyen los niveles de colesterol y triglicéridos.
- Aumentan a la absorción del calcio y del magnesio.
- Facilitan la motilidad intestinal, y se recomienda a las personas con estreñimiento.
- Ayuda a disminuir los niveles de colesterol.

### 3.9. Información nutricional de la miel de Agave azul

- Tiene un poder edulcorante doble que el azúcar comercial.
- Los Fructooligosacáridos están libres de calorías y no son utilizados como fuente de energía por el organismo, por lo que es un alimento seguro para los diabéticos y para dietas de control de peso.
- Los Fructooligosacáridos activan el crecimiento de las bifidobacterias e inhiben el crecimiento de microorganismos potencialmente putrefactos que tienen una tendencia a causar la diarrea.

### 3.10. Composición química

El aguamiel presenta un promedio de 12° Brix, y su composición es:

- Agua 89%
- Fructosa 6,9%
- Sacarosa 0,19%
- Carbohidratos 3%
- Proteína 0,34%
- Cenizas 0,65% y sodio 1%.

**Fuente:** *Investigación de la Escuela Politécnica Nacional (IEPN), Junio 2009*

El mishki es un fluido rico en carbohidratos como la fructosa, sacarosa y glucosa. Además contiene en pequeñas cantidades vitaminas y minerales.

Los carbohidratos de reserva presentes en el mishki del Agave son susceptibles a cambios físico- químicos en el proceso de fermentación, concentración y pardeamiento; procesos que son necesario para la obtención del licor de la cabuya<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> *Chaguarmishqui%20Pulque%20Agave%20Ecu. Op. Cit. p.24*

### 3.11. Fermentación alcohólica

#### 3.11.1. Origen e historia

La humanidad emplea la fermentación alcohólica desde tiempos inmemoriales para la elaboración de cerveza (empleando cereales) y del vino (empleando el fruto de la vid: la uva en forma de mosto) fundamentalmente. Algunos procesos similares como el de la destilación alcohólica ya surgen en el año 1150 de la mano de Arnau de Vilanova. Fue un elemento más a considerar en el desarrollo histórico de la alquimia durante la Edad Media<sup>22</sup>.

*En el año 1864 se identificó el gas CO<sub>2</sub> resultante de la fermentación por el químico **MacBride**. En 1766 **Cavendish** lo describió como: "el gas existente en la atmósfera" determinando además la proporción de dióxido de carbono con respecto al azúcar empleado en el proceso.*

*En esta época se empezó a descubrir, gracias observaciones científicas, que la fermentación alcohólica se producía también en sustancias "no dulces" **Antoine Lavoisier** hizo experimentos en 1789 determinando las cantidades de los elementos intervinientes en la fermentación (carbono, oxígeno e hidrógeno).*

*Con el advenimiento de los descubrimientos químicos en el año 1815 el investigador francés **Joseph Louis Gay-Lussac** fue el primero en determinar una reacción de fermentación obteniendo etanol a partir de glucosa, a pesar de este logro los fundamentos de la fermentación alcohólica eran completamente desconocidos<sup>23</sup>.*

La fermentación alcohólica es un proceso químico provocado por los microorganismos sobre los azúcares de un medio, convirtiéndolos principalmente en etanol y acompañado de la generación del gas carbónico. En el proceso de fermentación también pueden generarse subproductos en menor cantidad como: glicerina, ácido succínico, ácido acético y otras sustancias. También se genera calor, ya que la fermentación alcohólica es un proceso exotérmico.

---

<sup>22</sup> Apuntes sobre la fermentación alcohólica (Accedido enero 2011)  
[http://www.bedri.es/Libreta de apuntes/F/FE/Fermentacion alcoholica.htm](http://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/F/FE/Fermentacion_alcoholica.htm)

<sup>23</sup> AMT Academia Mexicana de Tequila, A.C., 2008  
[www.acamextequila.com.mx/amt3/degus.html](http://www.acamextequila.com.mx/amt3/degus.html). Julio 2008

Louis Pasteur en el año 1857 que se fundamentaba en la "teoría vitalista" como explicación de los mecanismo básicos de la fermentación, fue el mismo Pasteur que en el año 1875 demostró que la fermentación era un proceso anaeróbico.

### **3.12. Concentración del azúcar**

La concentración de azúcares se da por un proceso de evaporización que consiste en la eliminación del agua de un alimento fluido mediante evaporización o ebullición. La evaporización es uno de los métodos más utilizados para la concentrar, cuyo efecto en sistemas homogéneos es aumentar la viscosidad o consistencia.

El porcentaje del agua a eliminarse en una solución dependerá de la consistencia de que se quiera dar al producto final, considerando las características organolépticas y físicas. Debido a que la concentración en el caso de mishqui de la cabuya ayudara al aumento de la vida útil será necesarios controlar parámetros como: actividad del agua, concentración de solido solubles, grados brix y pH.

Ejemplo

Cuantos gramos de alcohol etílico se pueden producir a partir de 10.0 g. de glucosa?

$10g \times (1\text{mol glucosa} / 180g) \times (2\text{mol de alcohol} / 1 \text{ mol de glucosa}) \times (46g \text{ de alcohol} / 1 \text{ mol de alcohol}) = 5.11 \text{ g de alcohol etílico}$

### **3.13. El mishki como medio de cultivo**

Este sistema se entiende por el sustrato nutritivo capaz de alimentar a un microorganismo y paralelamente permitir la obtención de un producto deseado

El aguamiel que exuda del Agave americano está compuesto especialmente por agua en unos 87% y 3% de carbohidratos simples (azúcares), proteínas grasas además de micronutrientes esenciales para el crecimiento microbiano. Los micronutrientes que se encuentran en el agave americano son: P, Na, K, Mg, CA y vitamina C (Bautista, 2006).

### 3.15. Microorganismos

Las levaduras constituyen los microorganismos utilizados para procesos de fermentación alcohólica en la industria de licores. Dentro de este grupo se debe considerar si la variedad de la levadura es capaz de producir y tolerar altas concentraciones de alcohol (etanol). Las variedades más empleadas son las pertenecientes a la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Para largas fermentaciones y temperaturas bajas pueden emplearse otras levaduras por ejemplo: *Saccharomyces anamnesis* y *Schizosaccharomyces pombe*

El crecimiento y desarrollo de la levadura está condicionado por el entorno es decir, la concentración de fuentes de carbono o concentración inicial de azúcar en el mosto la presencia de nutrientes, condicionantes como la temperatura, pH, humedad y oxigenación del medio, ya que los *saccharomyces cerevisiae* es anaerobia facultativa por lo que se obtiene un mayor rendimiento de la biomasa en aerobiosis que en anaerobiosis<sup>24</sup>.

El cultivo aerobio es importante durante la propagación del inóculo, llamado cultivo semilla o iniciador siendo su objetivo la mayor acumulación de células sanas en el menor tiempo posible, para que posteriormente el cultivo principal en los tanques de fermentación se realice en condiciones anaerobias o microaerofilas.

### 3.16. Condiciones de fermentación alcohólica

En un proceso de fermentación alcohólica para la obtención de bebidas destiladas, participan algunos factores a los que se debe prestar especial atención a lo largo del proceso.

Es una porción del mosto que es separada para ser el medio en el cual se colocan las levaduras y se las activan. La agitación y aireación del iniciador son pasos previos a la fermentación que sirven para distribuir las levaduras y oxigenar el medio, asegurando así el crecimiento microbiano. Comúnmente se inocula el mosto con un iniciador que representa del 4% - 6% de su volumen.

---

<sup>24</sup> **INTRODUCCIÓN La destilación simple es una ... - DSpace UNACH**  
[dspace.unach.edu.ec/bitstream/123456789/402/1/FI-EII-40A021.pdf](https://dspace.unach.edu.ec/bitstream/123456789/402/1/FI-EII-40A021.pdf)

Las sustancias nutritivas necesarias para la fermentación por lo general se encuentran en el sustrato o medio de fermentación, pero generalmente se enriquece con medios de fosforo o nitrógeno, pudiendo añadirse fosfato y sulfato de amónico. Los fosfatos de amonio son materiales enológicos esencialmente permitidos por la organización internacional, con un máximo permitido de 96g por cada 100 litros.

### **3.16.1. Temperatura de la fermentación**

Al momento de la siembra del iniciador en los tanques de fermentación el mosto necesita encontrarse a temperaturas desde 15C° a 25C° para la adaptación de las levaduras al medio. A temperaturas muy por encima de los 30C° se corre el riesgo de una sobrepoblación de levaduras, y su eliminación si la temperatura ha excedido al límite de tolerancia; además se inicia procesos de evaporación de alcoholes generados y pérdida de aromas, los cuales se detienen mientras las temperaturas bajas siempre que la fermentación no se interrumpa.

### **3.16.2. Tiempo de fermentación**

En la industria de licores destilados lo que se persigue es la mayor producción de alcohol lo que se consigue en fermentaciones de una duración de entre 18 – 72 horas a diferencia de la fabricación de vinos y cerveza en donde las fermentaciones son lentas ya que se trabaja a temperaturas bajas para preservar aromas y sabores. La transformación del azúcar en alcohol debe durar el menor tiempo posible, siempre que no afecte el producto esperado para destilarse. Este tiempo depende de la concentración de azúcares del mosto, de la cantidad levadura agregada, de la variedad de la levadura y temperatura del medio.

### **3.16.3. Otros factores que influyen en el desarrollo de la fermentación alcohólica**

Las fermentaciones lentas o la baja en el consumo de los azúcares es un indicador de que existe condiciones ambientales y fisiológicas adversas. Hay muchas causas que pueden generar esto problemas de fermentativos como pueden ser el uso de pesticidas, el exceso de azúcares, efecto del alcohol a concentraciones mayores al 12%, escases de nitrógeno asimilable, adición de sulfitos.



### **3.17. Mecanismos de fermentación**

Las levaduras utilizan para su metabolismo los azúcares simples transformándoles en etanol. Un proceso denominado fermentación alcohólica. Durante esta fermentación se produce un proceso de glucólisis, para después el piruvato ser transformado en etanol.

### **3.18. Tipos de fermentación alcohólica**

#### **3.18.1. Fermentación industrial**

La fermentación industrial típica es esencialmente un proceso que se produce en un recipiente llamado fermentador o en general, biorreactor, mediante el cual determinados sustratos que componen el medio de cultivo (levaduras) son transformadas mediante la reacción microbiana en metabolitos y biomasa. Estos contenedores son herméticos y permiten retirar mediante canalizaciones apropiadas el dióxido de carbono resultante. Durante el proceso los microorganismos van aumentando de concentración en el transcurso de la reacción al mismo tiempo que el medio va modificando sus propiedades químicas y se forman productos nuevos como consecuencia de las reacciones anabólicas.

#### **3.18.2. Fermentaciones naturales**

La fermentación alcohólica con la emisión de ciertas cantidades de etanol se produce de forma espontánea en la naturaleza siempre que se encuentre un azúcar y una atmósfera pobre de oxígeno, es por esta razón que ocurre espontáneamente en el interior de algunas frutas que se puede decir sufren un proceso de maduración anaeróbica, tal y como puede ser el melón curado que muestra olor a alcohol, o los mismos cocos. Un aspecto de la fermentación alcohólica natural o espontánea se puede dar en ciertas frutas como el de la vid, en una fase inicial en la que las uvas se incluyen en las cubas madre de acero inoxidable y se produce la denominada fermentación tumultuosa encargada de hacer aparecer las primeras trazas de etanol.

Una de las fermentaciones naturales más habituales en las frutas y que se emplea en los procesos de vinificación de algunos vinos es la denominada Maceración

carbónica. Este tipo de fermentación causa a veces intoxicaciones etílicas a los insectos que se alimentan de las frutas maduras

### **3.18.3. Fermentaciones específicas**

Las fermentaciones específicas son manipuladas por el hombre con el objeto de obtener el etanol en ciertas bebidas. Para ello se emplean principalmente los azúcares de las frutas, los cereales y de la leche. La producción de estas bebidas es en la mayoría de los casos local debido a la disponibilidad de los substratos, por ejemplo en los países mediterráneos la uva es frecuente y por lo tanto la fermentación del vino también, el mismo patrón puede hacerse con otros materiales como el arroz en Asia o el maíz en Latinoamérica. De esta forma la tradición de los procesos de fermentado se han asociado a las diversas etnias o grupos sociales.

### **3.19. Fermentación alcohólica. Cómo se produce y aplicaciones.<sup>25</sup>**

La fermentación alcohólica es un proceso anaerobio en el que las levaduras y algunas bacterias, descarboxilan el piruvato .No obstante, la fermentación alcohólica no es una utilización eficiente del sustrato glucídico, fundamentalmente por su carácter anaerobio. Si se compara con la degradación aeróbica de la glucosa, se llega a la conclusión de que esta última pone a disposición de la actividad celular de las levaduras, un 40,4 % del total de la energía. En cambio, en la fermentación sólo se consigue abastecer a las células de las levaduras con un 2,16 % de la energía total, almacenada en forma de ATP.

Pese a esta baja eficiencia energética con respecto al proceso aerobio, se recurre a la fermentación alcohólica en la fabricación de diversos productos alimenticios como: pan, vino, cerveza, champagne, todo tipo de bebidas alcohólicas fermentadas y chocolate. Asimismo, las bebidas destiladas, como por ejemplo el brandy, se obtienen a partir de las bebidas fermentadas, en concreto del vino blanco, por simple evaporación del agua. Además, una característica importante de la fermentación alcohólica, es que produce gran cantidad de CO<sub>2</sub>, responsable de las burbujas del champagne y de la textura esponjosa del pan

---

<sup>25</sup> AMT., 2008.Art...Cit...p30

### 3.20. Destilación alcohólica

Terminada la fermentación el mosto muerto (muerte celular) se destila en los alambiques de acero inoxidable o cobre. El producto de la destilación es el vapor que ha sido condensado el cual es rico en alcoholes.

En la destilación para licores generalmente se realiza una primera destilación en la que se obtiene un producto de graduación alcohólica del 20% V/V, es decir que la destilación continua hasta que el producto haya llegado normalmente a 20 grados alcohólicos. A este producto se lo denomina ordinario. El producto destilado está compuesto por una serie de compuestos alcohólicos e impurezas volátiles, los cuales son destilados en una segunda destilación con fraccionamiento térmico. Las temperaturas de fraccionamiento corresponden a las temperaturas de ebullición de las sustancias que comprenden el ordinario, siendo el más abundante el etanol.

Los productos de la segunda destilación pueden ser agrupados como: alcoholes de cabeza, de corazón y cola.

Los alcoholes de cabeza son de bajo punto de ebullición y están formados por esterés y aldehídos de mayor volatilidad. Los del corazón tiene un punto de ebullición intermedio entre el de cabeza y de cola constituidos principalmente por etanol; los de la cola corresponden a los alcoholes superiores y tienen su punto de ebullición más elevada que el de etanol, estos últimos se denominan también “aceites fusel”. (Aceite de fusel es una mezcla de alcoholes amfílicos, ácidos grasos, y ésteres. Se utiliza en pinturas, plásticos y barnices, y en la fabricación de explosivos).

Entre los alcoholes superiores están el propanol, el iso propanol, butílico, iso butílico. En la industria de licores la porción de destilación denominada corazón es aquella que se obtiene en un rango de más o menos 2 al punto de ebullición del etanol. El punto de ebullición del etanol al 95% es de 78.15 grados centígrados al nivel del mar) temperatura al cual se obtiene mayor cantidad del producto, donde el componente principal es el alcohol etílico acompañados por otros componentes que lo confieren aroma y sabor.

En el caso del tequila se destila hasta que el producto se encuentre a 55 GL, para luego diluir al producto a 35 a 40 GL según se comercialice, aunque la norma de regulación del tequila establece como límite superior 55 GL para ser comercializado

### 3.21. Filtración

El producto luego de ser diluido entra a un proceso de filtración con carbón activado con el objetivo de retirar partículas extrañas, para eliminar turbidez, brindar brillo y disminuir la presencia de extracto seco; por ser un limitante dentro de las normas mexicanas sobre tequilas NORMEX, y la norma ecuatoriana INEN 1837 debidas alcohólicas. Este factor se obtiene como límite superior a 0.3g/l sin reposar según las normas. Si el licor no va ser sometido a un proceso de añejamiento, se lo envasa inmediatamente y se lo comercializa como “licor blanco” o sin reposo.

### 4. Equipo de destilador simple

*Figura 16*



**Fuente:** el autor

### 4.1. Definición

Proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación.

### 4.2. Introducción

El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles. Sin embargo, la finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura. Por ejemplo, la eliminación del agua de la glicerina evaporando el agua, se llama evaporación, pero la eliminación del agua del

alcohol evaporando el alcohol se llama destilación, se usan mecanismos similares en ambos casos<sup>26</sup>.

El agua del mar, por ejemplo, que contiene un 4% de sólidos disueltos (principalmente sal común), puede purificarse fácilmente evaporando el agua, y condensando después el vapor para recoger el producto: agua destilada. Para la mayoría de los propósitos, este producto es equivalente al agua pura, aunque en realidad contiene algunas impurezas en forma de gases disueltos, siendo la más importante el dióxido de carbono

Si los puntos de ebullición de los componentes de una mezcla sólo difieren ligeramente, no se puede conseguir la separación total en una destilación individual. Un ejemplo importante es la separación de agua, que hierve a 100 °C, y alcohol, que hierve a 78,5 °C. Si se hierve una mezcla de estos dos líquidos, el vapor que sale es más rico en alcohol y más pobre en agua que el líquido del que procede, pero no es alcohol puro. Con el fin de concentrar una disolución que contenga un 10% de alcohol (como la que puede obtenerse por fermentación) para obtener una disolución que contenga un 50% de alcohol (el whisky), el destilado ha de destilarse una o dos veces más, y si se desea alcohol industrial (95%) son necesarias varias destilaciones.

### **4.3. Teoría de la destilación**

*En la mezcla simple de dos líquidos solubles entre sí, la volatilidad de cada uno es perturbada por la presencia del otro. En este caso, el punto de ebullición de una mezcla al 50%, por ejemplo, estaría a mitad de camino entre los puntos de ebullición de las sustancias puras, y el grado de separación producido por una destilación individual dependería solamente de la presión de vapor, o volatilidad de los componentes separados a esa temperatura.*

*Sólo se aplica a mezclas de líquidos muy similares en su estructura química, como el benceno y el tolueno. En la mayoría de los casos se producen amplias desviaciones de esta ley. Si un componente sólo es ligeramente*

---

<sup>26</sup> Tipos de Agaves.28/10/2010. [tiposdeagaves.blogspot.com/](http://tiposdeagaves.blogspot.com/)  
[http://www.alambiques.com/tecnicas\\_destilacion.htm](http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm)

*soluble en el otro, su volatilidad aumenta anormalmente. En el ejemplo anterior, la volatilidad del alcohol en disolución acuosa diluida es varias veces mayor que la predicha por la ley de Raoult.*

*En disoluciones de alcohol muy concentradas, la desviación es aún mayor: la destilación de alcohol de 99% produce un vapor de menos de 99% de alcohol. Por esta razón el alcohol no puede ser concentrado por destilación más de un 97%, aunque se realice un número infinito de destilaciones. Técnicamente el término alambique se aplica al recipiente en el que se hierven los líquidos durante la destilación, pero a veces se aplica al aparato entero, incluyendo la columna fraccionadora, el condensador y el receptor en el que se recoge el destilado. Este término se extiende también a los aparatos de destilación destructiva o craqueo. Los alambiques para trabajar en el laboratorio están hechos normalmente de vidrio, pero los industriales suelen ser de hierro o acero. En los casos en los que el hierro podría contaminar el producto se usa a menudo el cobre, y los alambiques pequeños para la destilación de whisky están hechos frecuentemente de vidrio y cobre. A veces también se usa el término retorta para designar a los alambiques<sup>27</sup>.*

#### **4.4. Partes de destilador**

- **Quemador**, proporciona calor al mosto a destilar.
- **Retorta o matraz de fondo redondo**, que deberá contener pequeños trozos de material poroso (cerámica, o material similar) para evitar sobresaltos repentinos por sobrecalentamientos.
- **Cabeza de destilación**: No es necesario si la retorta tiene una tubuladura lateral.
- **Termómetro**: El bulbo del termómetro siempre se ubica a la misma altura que la salida a la entrada del refrigerador. Para saber si la temperatura es la real, el bulbo deberá tener al menos una gota de líquido. Puede ser necesario un tapón de goma para sostener al termómetro y evitar que se escapen los gases (muy importante cuando se trabaja con líquidos inflamables).
- **Refrigerante**.
- **Entrada de agua**: El líquido siempre debe entrar por la parte inferior, para que el tubo permanezca lleno con agua.

---

<sup>27</sup> INTRODUCCIÓN. DSpace UNACH.Op.Cit.p.32

- **Salida de agua:** Casi siempre puede conectarse la salida de uno a la entrada de otro, porque no se calienta mucho el líquido.
- Se recoge en un balón, vaso de precipitados, u otro recipiente.
- **Fuente de vacío:** No es necesario para una destilación a presión atmosférica.
- **Adaptador de vacío:** No es necesario para una destilación a presión atmosférica.

#### 4.5. Destilador conectado

*Figura 17*



**Fuente:** el autor

#### 4.6. Pruebas físicas del destilador.

*Tabla 4*

Mishki (el pulcre)	Guarapo (extracto de caña)	Porcentaje (mishki)
100	0	100%
75	25	75%
50	50	50%

**Fuente:** el autor

#### 4.7. Destilación simple

Es el método que se usa para la separación de líquidos con punto de ebullición inferior a 150°C a presión atmosférica de impurezas no volátiles o de otros líquidos miscibles que presenten un punto de ebullición al menos 25°C superior al primero de ellos

El aparato utilizado para la destilación en el laboratorio es el alambique. Consta de un recipiente donde se almacena la mezcla a la que se le aplica calor, un condensador donde se enfrían los vapores generados, llevándolos de nuevo al estado líquido y un recipiente donde se almacena el líquido concentrado.

En la industria química se utiliza la destilación para la separación de mezclas simples o complejas. Una forma de clasificar la destilación puede ser la de que sea discontinua o continua.

## **5. EL ETANOL**

### **5.1. Descripción**

Las materias primas ricas en celulosa, como los desechos agrícolas y forestales son las más abundantes y baratas, sin embargo la conversión de la celulosa en azúcares fermentables es un proceso complejo y costoso que hace que la obtención de etanol a partir de desechos no sea rentable, al menos por ahora.

Los principales productores de alcohol como combustible son Brasil, Estados Unidos y Canadá. Brasil lo produce a partir de la caña de azúcar y lo emplea como “hidro-alcohol” (95% etanol) o como aditivo de la gasolina (24% de etanol). Estados Unidos y Canadá lo producen a partir de maíz (con un poco de trigo y cebada) y lo utilizan en diferentes formulaciones que van desde el 5% al 85% de etanol.

Actualmente el alcohol se produce principalmente a partir de caña de azúcar o maíz (en algunos casos el maíz es mezclado con un poco de trigo o cebada), cuyos hidratos de carbono son fermentados a etanol por las levaduras del género *Saccharomyces*.

La caña de azúcar es sin duda la fuente más atractiva para la producción de etanol, ya que los azúcares que contiene son simples y fermentables directamente por las levaduras. El mayor inconveniente es que resulta cara como materia prima. Los cultivos como el maíz son ricos en almidón, un hidrato de carbono complejo que necesita ser primero transformado en azúcares simples. Este proceso se denomina sacarificación.



## 5.2. Definición del Etanol

*El Etanol o alcohol etílico es un compuesto líquido, incoloro, volátil, inflamable y soluble en agua cuyas moléculas se componen de carbono, hidrógeno e hidroxilos (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH). El compuesto químico-etanol, conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C<sup>28</sup>.*

Mezclable con agua en cualquier proporción; a la concentración de 95% en peso se forma una mezcla azeotrópica.

Su fórmula química es CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), principal producto de las bebidas alcohólicas como el vino (alrededor de un 13%), la cerveza (5%) o licores (hasta un 50%).

## 5.3. El alcohol como combustible<sup>29</sup>

*El etanol presenta varias ventajas sobre los derivados del petróleo para ser empleado como combustible:*

- *Se produce a partir de cultivos agrícolas, que son fuentes renovables de energía*
- *Puede obtenerse a partir de cultivos propios de una región, permitiendo la producción local del biocombustible*
- *Permite disponer de combustible independientemente de las políticas de importación y fluctuaciones en el precio del petróleo*
- *Produce mucho menos emisiones nocivas para los seres vivos, el agua y el aire*
- *La producción podría realizarse a partir de desechos agrícolas, forestales, industriales o municipales.*

---

<sup>28</sup> **Procesos de destilación - repsol.com**

[www.repsol.com/es\\_es/corporacion/.../procesos-destilacion.asp](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/.../procesos-destilacion.asp)

<sup>29</sup> *Etanol* - EcuRed

**[www.ecured.cu/index.php/Etanol](http://www.ecured.cu/index.php/Etanol)**

## **5.4. El Etanol se produce a partir de tres principales materias primas:**

### **5.4.1. Sacarosas**

Se encuentran en la caña de azúcar, la melaza, el sorgo dulce, etc.

La caña de azúcar es una de las materias primas más atractivas para la elaboración de etanol, debido a que los azúcares se encuentran en una forma simple de carbohidratos fermentables. Se estima que de una tonelada de melaza se produce 230 litros de alcohol.

Además, con una tonelada de caña de azúcar se produce entre 30 y 40 kg. De melaza, que a su vez generaría entre 6,9 y 9,2 litros de alcohol.

### **5.4.2. Almidones**

Se encuentran en cereales (maíz, trigo, cebada y tubérculos (yuca, camote, papa, etc.)). Los almidones contienen carbohidratos de mayor complejidad molecular que necesitan ser transformados en azúcares más simples mediante un proceso de conversión (sacarificación), introduciendo un paso adicional en la producción de etanol, con lo que se incrementan los costos de capital y de operación.

### **5.4.3. Celulosa**

Se encuentra en la madera, residuos agrícolas y forestales. Las materias primas ricas en celulosa son las más abundantes, sin embargo la complejidad de sus azúcares hacen que la conversión a carbohidratos fermentables sea difícil y costosa.

Es importante destacar, que la producción mundial de celulosa asciende a 100 mil millones de TM por año, de los cuales se estima que sólo es utilizado el 11%.

## **5.5. Propiedades físico – química del etanol<sup>30</sup>**

**Nombre (IUPAC) sistemático**

Fórmula semidesarrollada CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH

---

<sup>30</sup> *repsol., Op. Cit. p.42*

Fórmula estructural  $\text{CH}_2\text{OH-CH}_3$

Fórmula molecular  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

### Identificadores

Número CAS 64-17-5

### Propiedades físicas

Estado de agregación líquido

Apariencia incolora

Densidad  $789 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,789 \text{ g/cm}^3$

Masa molar  $46,07 \text{ g/mol}$

Punto de fusión  $158.9 \text{ K}$  ( $-114.3 \text{ °C}$ )

Punto de ebullición  $351.6 \text{ K}$  ( $78.4 \text{ °C}$ )

Temperatura crítica  $514 \text{ K}$  ( $\text{°C}$ )

Viscosidad  $1.074 \text{ mPas}$  a  $20 \text{ °C}$

### Propiedades químicas

Solubilidad en agua Miscible

### Compuestos relacionados

Alcoholes Metanol, Propanol

Peligrosidad

Punto de inflamabilidad  $286 \text{ K}$  ( $13 \text{ °C}$ )

Temperatura de autoignición  $636 \text{ K}$  ( $363 \text{ °C}$ )

Frases R R11 R61

Frases S S2 S7 S16

Límites de explosividad 3.3 a 19%

## 5.6. Producción de bebidas alcohólicas de diferentes sustratos

Las bebidas alcohólicas se producen a partir de diferentes sustratos, dependiendo de la región geográfica. Las materias primas de partida pueden ser azúcares simples,

como los presentes en el jugo de uva (para el vino) o de alto peso molecular, como el almidón de los granos de cebada (para la cerveza). Para la obtención de las bebidas se emplean levaduras del género *Saccharomyces*, las que en condiciones anaeróbicas (muy baja concentración de oxígeno) metabolizan estos azúcares convirtiéndolos en etanol. Este proceso se conoce como fermentación alcohólica.

### 5.7. Distintos productos para elaborar tipos de alcoholes

*Tabla 5*

<b>Sustratos</b>	<b>Bebidas</b>
cebada y otros cereales	cerveza
Arroz	sake
jugo de manzana	sidra
jugo de uva	vino
Cebada	whisky escocés
malta, trigo, centeno, avena	whisky irlandés
Maíz	whisky americano bourbon)
caña de azúcar	ron
granos triturados, con saborizantes de semillas de enebro, anís, etc.	ginebra
grano o papa, aromatizado con semillas de alcaravea	aquavit
grano o papa, sin saborizantes	vodka
jugo del cactus Agave tequilana	tequila
uvas blancas de Cognac, Francia	coñac
frutas variadas	brandy
jugo de cerezas	kirsch

*Fuente:* [es.wikipedia.org/wiki/Etanol](http://es.wikipedia.org/wiki/Etanol)

## **5.8. Características organolépticas<sup>31</sup>**

El Alcohol Etílico Rectificado es obtenido mediante la destilación y rectificación de productos provenientes de sustancias fermentables permitidas.

El olor y sabor de la materia prima de la que procede es imperceptible, predominando el olor y sabor ardientes características del alcohol etílico.

La graduación alcohólica alcanzada durante su destilación no debe ser menor de 96% v/v a 20°C. Presentando un máximo de co - genéricos del orden de 10 miligramos/100 mililitros de alcohol anhidro.

Es un líquido incoloro, fácilmente inflamable, arde con llama azulada pálida. Su solubilidad en el agua es en todas las proporciones, siendo además soluble en diversas sustancias orgánicas e inorgánicas cuando se mezcla en estado anhidro.

---

<sup>31</sup>*Etanol - EcuRed Op.Cit...p.43*

### III. MARCO METODOLOGICO

#### 3.1. Delimitación

##### 3.1.1. Temporal.

Este trabajo tuvo una duración de 180 días en donde se implementó un equipo de destilador simple de acero inoxidable semi-industrial, el cual se evaluó mediante un ejercicio práctico con conocimientos ancestrales luego de la investigación teórica.

##### 3.1.2. Espacial.

Este proyecto se llevó a cabo en la comunidad de Jaratenta de la Parroquia de San Pablo de Tenta, situado a 15 Km del centro Cantonal de Saraguro Provincia de Loja. Luego el equipo fue implementado en la Universidad Politécnica Salesiana Campus “Juan Lunardi” – Paute

Está ubicado en la cordillera occidental de los Andes de la república del Ecuador con los siguientes parámetros geográficos:

**Extensión:** 156.8 Km

**Superficie:** 75676.49Ha

**Altitud:** 2700 m.s.n.m.

**Precipitación:** 500 – 1500 mm anuales.

**Humedad relativa:** 75 %

**Velocidad de viento:** 1.6<sup>a</sup> 2m/s

**Temperatura:** 6 – 18°C.

**Zona:** Bosque seco, montano bajo.

**Latitud:** 30° 48' 17" Norte de Loja

**Distancia a Cuenca:** 152 Km.

### 3.1.3. Académico.

Se ha basado en conocimientos en de plantas de cultivos agroindustriales vertidos en nuestra carrera universitaria que nos ayudó con la clasificación botánica y sobre el manejo, el cuidado y sus beneficios de estas plantas.

### 3.1.4. Metodología

El método científico experimental es un procedimiento que permite llegar a la verdad objetiva de los fenómenos. El método que utilizamos en nuestro trabajo es el método deductivo.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Materiales

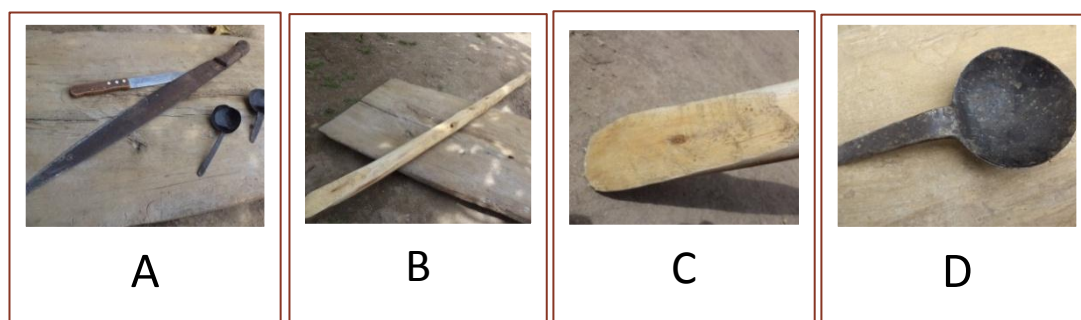
Libreta de campo, machete, cuchillo, una soga de 2m long, un palo puntiagudo (llazhu), baldes, canecas y un cucharon (raspador).

### 4.2. Métodos

El método que utilicé en mi trabajo es el Método experimental mediante el cual nos permite obtener los hechos y fenómenos bajo condiciones especiales. Se realiza el proceso de fermentación en un tiempo estimado para la obtención del etanol mediante el proceso destilación simple.

### 4.3. Denominaciones de herramientas para realizar el hoyado en el penco azul (*agave americana*).

*Figura 18*



*A Machete puntiagudo, cuchillo, B y C una barra de madera (llazhu), D raspador.*

#### 4.4. Proceso de cosecha del aguamiel (mishki)

Los procesos de cosecha del aguamiel o mishki se pueden presentar algunas variaciones de una zona a otra en tal virtud podemos hablar de un proceso generalizado tomando en cuenta las técnicas ancestrales y culturales de nuestro medio durante el proceso de producción del penco azul (*Agave americana*).

##### 4.4.1. Selección del penco azul o (*Agave americana*)

*Figura 19*



**Planta madura del penco azul (*agave americana*)**

Se seleccionó un agave maduro observando que la planta ha llegado a su completa madurez y óptima para la producción, al engrosarse el meristemo, conocido como el corazón del agave, localizado en el centro de la roseta de donde nacen las hojas esta engrosamiento indica que la formación de la gigante inflorescencia esta próxima. La mayoría de las hojas apuntan lateralmente. Estas hojas deben ser cóncavas hacia arriba.

##### 4.4.2. Elaboración del orificio del Agave para la producción

*Figura 20*



**Fuente:** el autor



**A** Despuntado de las hojas, **B** Extracción de la quinta hoja.

Para realizar el proceso de hoyado de la planta del agave en primer instancia se realiza la limpieza de algunas plantas vegetales pequeñas y hiervas que se encuentran a su alrededor, posteriormente se realiza el desespinado siguiendo los dos bordes de las hojas, además el despuntado de la espina mayor del ápice de la hoja esto se lo realiza entre 5 – 9 hojas que son el límite de la extracción de la hoja que va a ser extraída para hacer el orificio. Se encuentra en una posición de cara hacia arriba para que la construcción del hoyo de almacenamiento del pulque o mishki pueda gozar de profundidad y de paredes laterales. Una vez ubicada la hoja se procedió a cortar tres hojas para el libre acceso al orificio para la recolección diaria del mishki.

El orificio de la acumulación del mishki se lo realizó con una barra de madera para el movimiento circular alrededor de la hoja que va a ser extraída, con la ayuda de un cuchillo y machete puntiagudo se continuó agrandando el orificio para la primera exudación hasta que pueda almacenar una cantidad aproximadamente de un litro de aguamiel (mishki). Luego se realiza el raspado con la ayuda de una herramienta llamado cucharón se procede a hacer el raspado en forma circular de todo el orificio para la primera exudación del aguamiel o mishki. Posterior a este se deja reposar por 3 días para iniciar la primera recolección.

#### 4.4.3. Proceso de extracción del mishki

*Figura 21*



**A** Destapado del agujero, **B** Recolección del mishki.

La recolección del mishki se realizó en dos turnos por día, lo cual es una práctica generalizada que viene dando en la comunidad. La primera recolección se realizó en la mañana a las 7am y la segunda recolección se realizó en la tarde a las 5pm. Para la recolección se utilizó una taza tipo jarra, haciéndolas pasar primero por un cedazo fino, para eliminar los residuos de la pared del orificio producto del raspado para luego colocar en envases limpios de aluminio. Es indispensable realizar el raspado de las paredes o parénquima del orificio para evitar la cicatrización y continuar con la exudación. Se utiliza para esto un cucharón con los bordes bien afilados (figura 18) terminado el raspado se procede retirar los residuos y procedemos a tapar nuevamente el orificio del penco con una piedra paralelamente relativo al orificio del agave.

*Figura 22*



*Fuente: el autor*

#### **4.4.4. Hervido del aguamiel o mishki**

Una vez obtenido el producto procedemos a realizar el hervido en una olla de acero inoxidable con la finalidad eliminar la espuma espesa (cachazo) y evitar cambios físico durante el almacenamiento. Esta labor es recomendable para obtener materia prima de calidad para la fermentación y posteriormente como resultado la obtención del alcohol (tequila)

#### **6.4.5. Transporte**

El traslado del producto se lo hizo en canecas cerrados herméticamente desde la provincia de Loja – Cuenca para su respectivo experimento.

#### 4.4.6. Hervido para la fermentación

En los ensayos preliminares se utilizó aguamiel o mishki pura para la cocción y concentración del producto sin la participación de algún aditivo. Mediante estos ensayos se tomaron algunas medidas como la temperatura de ebullición, grados brix, y Ph. Con el tiempo estimado del hervido se procedió al enfriado del producto con la ayuda de un serpentín de cobre posterior a ello le repartimos en volúmenes iguales en tres tanques de 20 litros cada uno.

#### 4.4.7. Dosificación

Levadura fresca *Saccharomyce cerevisiae* al 1% y amonio fosfato dibasico 1 gr por cada litro.

##### 4.4.7.1. Control de preparación del experimento al 100% mishki

*Tabla 6*

Control	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
pH	4	3.73	3.6	3.1
T°C	30	26	21	20
°Brix	13	10	2	0
Tiempo	00:00pm	05:00am	10:00am	14 pm

##### 4.4.7.2. Control de preparación del experimento con 75% de mishki y 25% de guarapo

*Tabla 7*

Control	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
Ph	3,8	3,9	4	3,8
°T	30	25	22	19

<b>°Brix</b>	15	12	4	0
<b>Tiempo</b>	00:00pm	05:00am	10:00am	14 pm

#### 4.4.7.3. Control de preparación del experimento con 50% de mishki y 50% de guarapo.

*Tabla 8*

<b>Control</b>	<b>Control 1</b>	<b>Control 2</b>	<b>Control 3</b>	<b>Control 4</b>
<b>Ph</b>	3,9	3,87	3,92	3,83
<b>°T</b>	30	25	22	19
<b>°Brix</b>	16	11	3	0
<b>Tiempo</b>	00:00pm	05:00am	10:00am	14 pm

#### 4.4.8. Fermentación

Durante la fermentación se evaluaron Ph, °T, °Brix y control del tiempo todos estos parámetros fueron medidos en intervalos de 2 horas hasta que la fermentación haya terminado, es decir hasta que se hayan consumido los azúcares reductoras (glucosa) principalmente.

#### 4.4.9. Destilación

El proceso de la destilación empleado en esta experimentación obedece a un proceso básico de destilación empleado en la elaboración de licores, donde en la primera destilación se obtiene todo el alcohol que se puede destilar hasta que el mosto se haya agotado. Este producto obtenido se llama ordinario llegando normalmente a una graduación alcohólica de 20 GL correspondiente a las colas,

Para los experimentos del mishki de penco azul *Agave americana* se llevó a cabo el mismo procedimiento de recepción planteado para los experimentos de miel del penco azul, pero inmediatamente luego de este proceso fue necesario realizar una

breve cocción hasta el punto de ebullición del mishki o pulcre para eliminar la mayor parte de los microorganismos y evitar la fermentación espontánea durante el transporte del producto.

El tiempo de fermentación es directamente proporcional a la cantidad de levadura con que se trabaje. Al iniciar con un mosto de 18°brix cuando se coloca al 0.5% de levadura el periodo de fermentación es de tres días, al 1% de dos días, al 2% un día.

El experimento de la miel de la cabuya se llevó a cabo en el laboratorio donde se contaba con materiales y equipos básicos como es un Brixómetro, Ph-metro, termómetro, un alcoholímetro. También se cuenta con una cocina industrial, ollas de acero inoxidable, cedazos, jarras de medición, probeta y mandil.

#### **4.4.10. Equipo y materiales**

- Alcoholímetro
- Termómetro
- Potenciómetro
- Brixómetro
- Probeta
- Libreta de campo.
- Equipos cámaras y filmadoras
- Extracto del penco (pulque o aguamiel)
- Destilador simple industrial de acero inoxidable.
- Olla de acero inoxidable
- Cucharas
- Tres Baldes con tapa hermética
- Cocina industrial
- Mandil, botas y gorra

#### **4.4.11. Recursos humanos**

**Director del producto de grado:** Ing. Servio Astudillo

**Ejecutor del producto:** Manuel María Ambuludi Gualán

**Colaboración personal:** Sr Salvador Contento

Sr Fabián Japón

Sr. Simón Ambuludi

### **Recursos materiales**

- Vehículo para transporte publico
- Destilador semi-industrial
- Registros de toma de datos

### **Recursos biológicos**

Plantas de penco azul Agave americano

## **VI. RESULTADOS Y DISCUCIONES**

### **5.1. Resultados obtenidos en la destilación de las tres mezclas**

*Tabla 9*

<b>Muestras</b>	<b>Tiempo Destilado</b>	<b>Grado Alcohólico</b>	<b>T°C destilado</b>
	<b>minutos</b>	<b>°GL</b>	
Muestra 1 100% mishki	25	85	72
Muestra 2 75% mishki	23	82	74
Muestra 3 50% mishki	26	83	75

Para bajar el grado alcohólico del primario o destilado (tequila), se utilizó agua destilada, para no alterar los aromas y sabores que pueden aportar el agua debido a sus sales disueltas. Se tomó como referencia los licores (tequilas) del mercado en relación a su grado alcohólico que es de 45 °Gl.

Nuestro producto para realizar las pruebas organolépticas se determinó un grado

Alcohólico de 44 °Gl

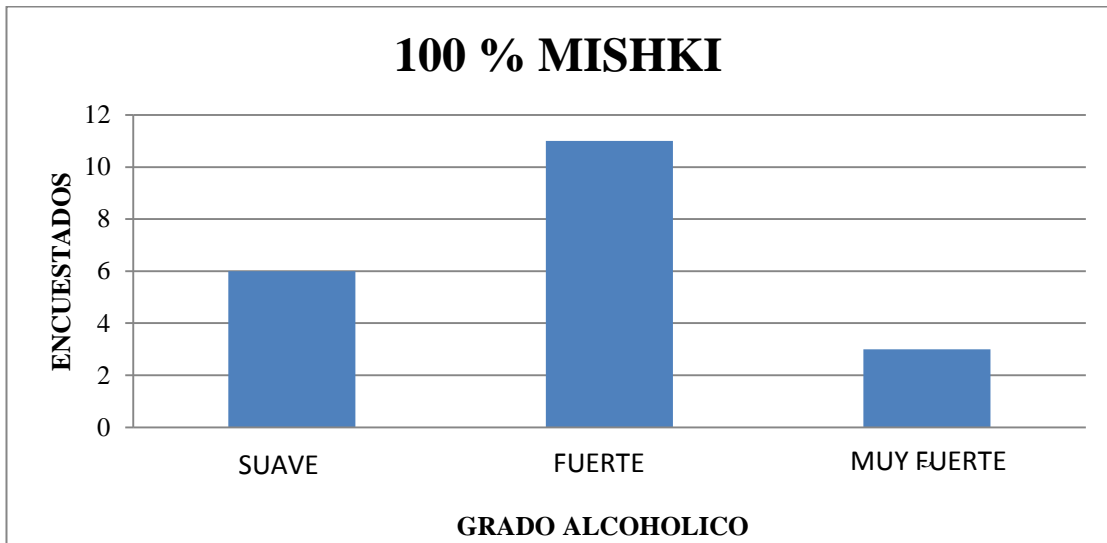
**5.2 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 100% de mishki.**

*Tabla 10*

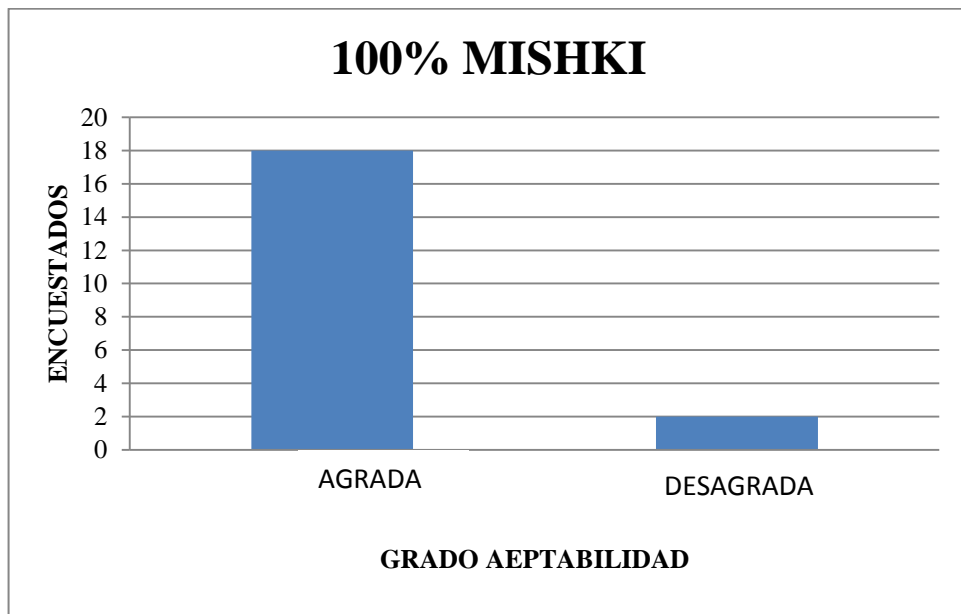
Número de participantes	Variabilidad de sabores	Poder alcohólico			Aceptabilidad	
		Suave	Fuerte	Muy fuerte	Agrada	Desagrada
1	mishki	√			√	
2	mishki		√		√	
3	guajango *		√		√	
4	mishki	√			√	
5	penco	√				√
6	guajango		√		√	
7	penco		√		√	
8	mishki	√			√	
9	mishki		√		√	
10	mishki	√			√	
11	mishki		√		√	
12	penco			√	√	
13	penco			√	√	
14	ron			√	√	
15	penco		√		√	
16	penco		√		√	
17	penco		√			√
18	guajango		√		√	
19	mishki	√			√	
20	penco		√		√	
<b>Totales</b>		<b>6</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>2</b>

\* Guajango = mosto fermentado

### 5.2.1 Grado Alcohólico



### 5.2.2 Grado de aceptabilidad

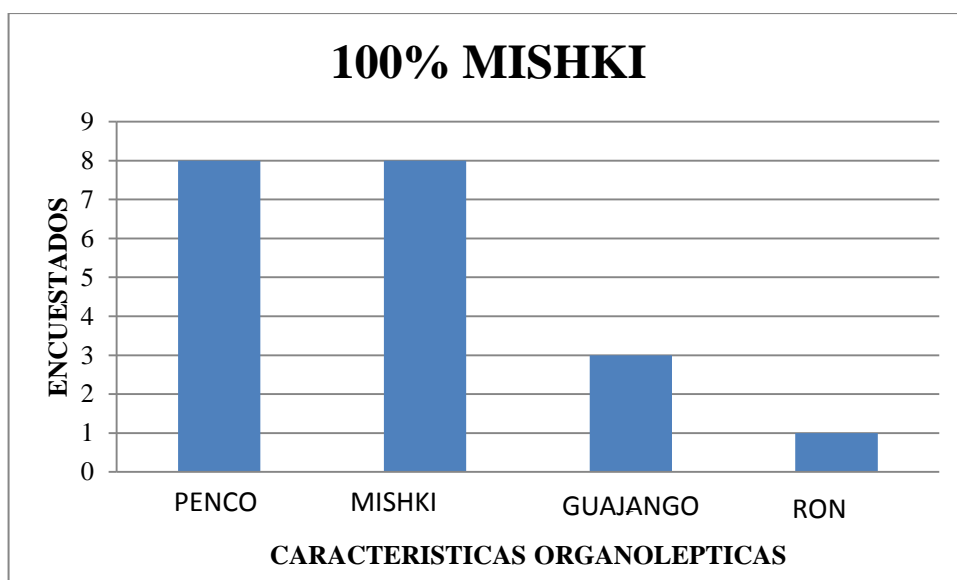




### 5.2.3 Características organolépticas

Tabla 11

Sabor	Encuestados
Penco	8
Mishki	8
Guajango	3
Ron	1

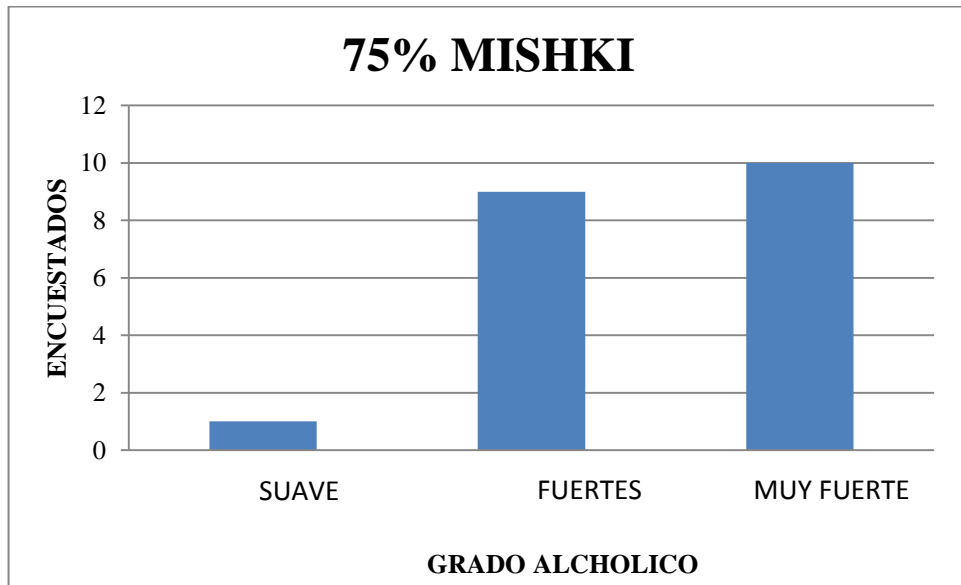


**5.3 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 75% de mishki.**

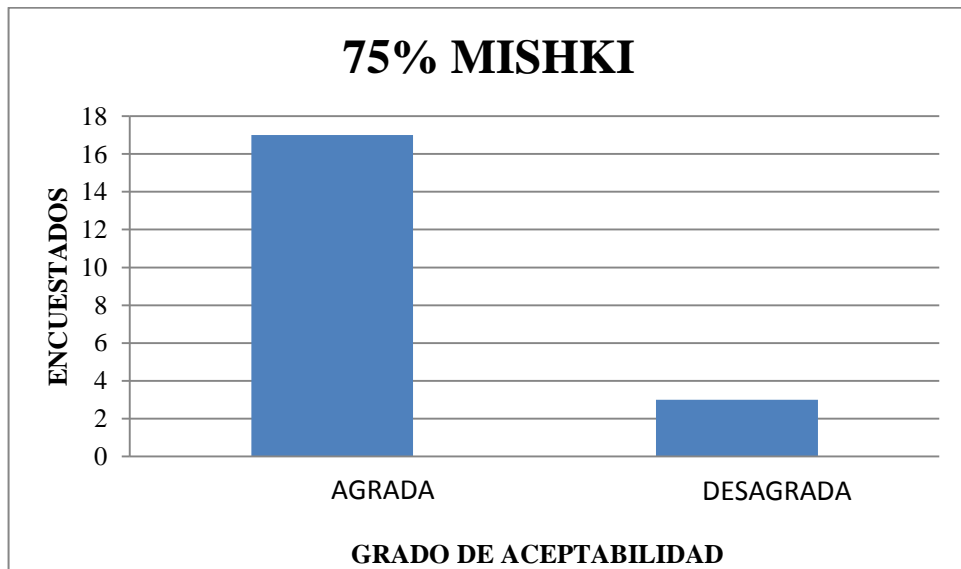
*Tabla 12*

Número de participantes	Variabilidad de sabores	Poder alcohólico			Aceptabilidad	
		Suave	Fuerte	Muy fuerte	Agrada	Desagrada
1	caña		√		√	
2	penco			√	√	
3	mishki		√		√	
4	mishki		√		√	
5	mishki			√		√
6	penco			√	√	
7	caña			√	√	
8	ron			√	√	
9	caña		√		√	
10	Mallorca		√		√	√
11	penco		√		√	
12	caña			√	√	
13	caña			√	√	
14	ron			√	√	
15	penco		√		√	
16	mishki			√	√	
17	mishki			√		√
18	caña		√		√	
19	caña	√			√	
20	caña		√		√	
<b>Totales</b>		<b>1</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>3</b>

### 5.3.1 Grado Alcohólico



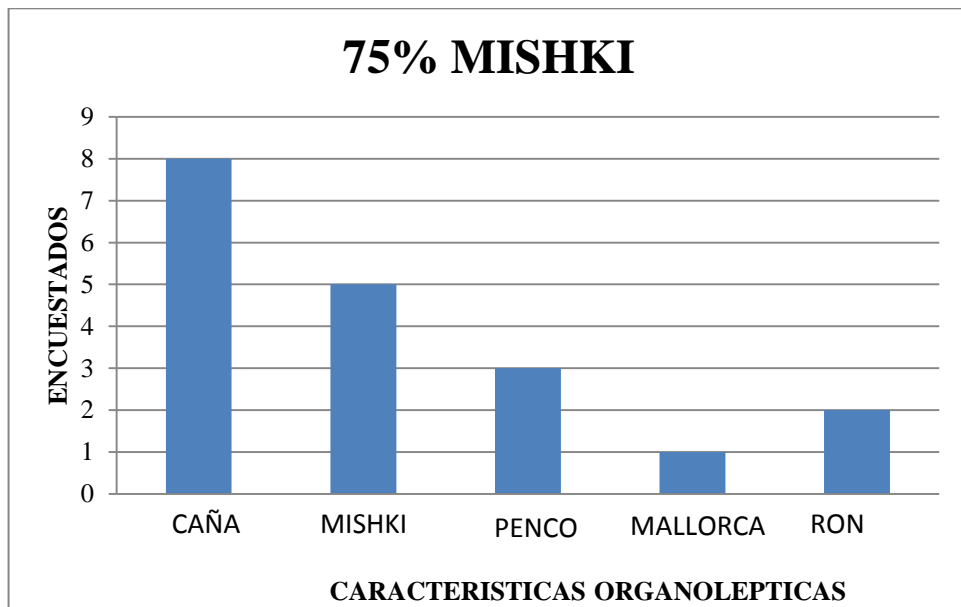
### 5.3.2 Grado de aceptabilidad



### 5.3.3 Características organolépticas

Tabla 13

Sabor	Encuestados
Caña	8
Mishki	5
Penco	3
Malloca	1
Ron	2

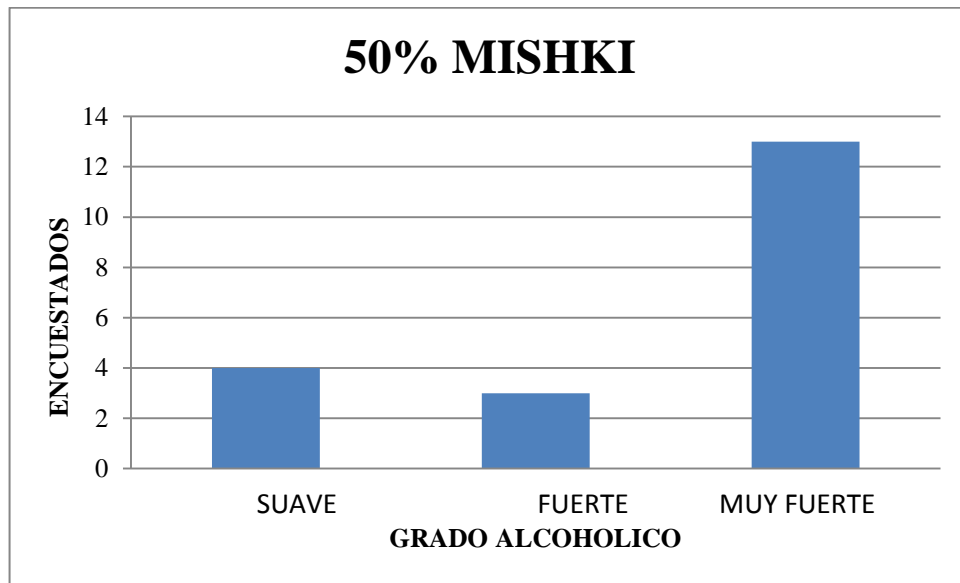


#### 5.4 Resultados de la encuesta del producto elaborado (tequila) al 50% de mishki

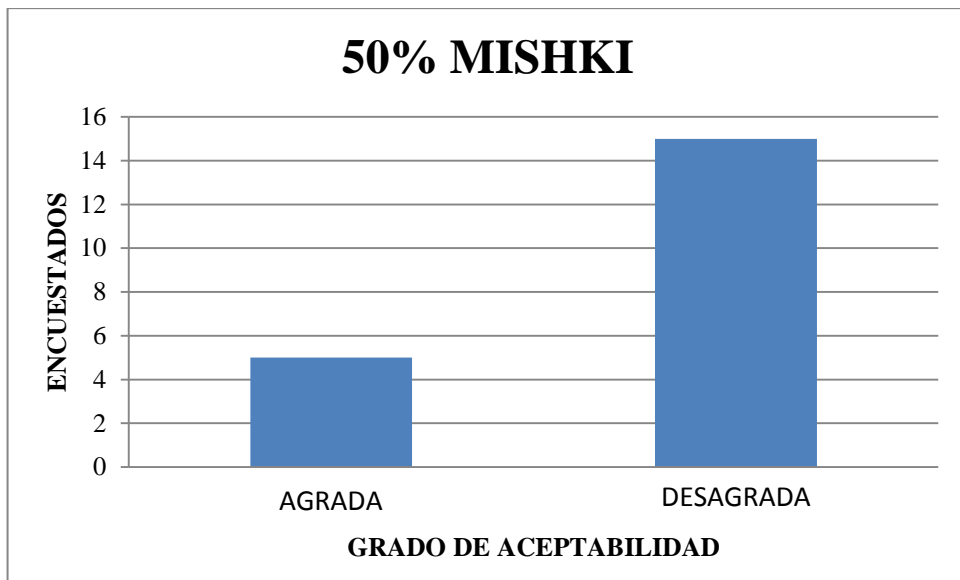
*Tabla 14*

	Variabilidad de sabores	Poder alcohólico			Aceptabilidad	
		Suave	Fuerte	Muy fuerte	Agrada	Desagrada
1	punta			√	√	
2	caña			√	√	
3	punta			√	√	√
4	caña			√	√	
5	caña			√		
6	caña			√	√	
7	caña			√	√	
8	mishki		√		√	
9	caña	√			√	
10	punta	√			√	√
11	caña			√	√	
12	punta			√	√	
13	punta	√			√	
14	caña			√	√	
15	penco		√		√	√
16	peno			√	√	
17	punta			√		√
18	punta		√		√	√
19	caña	√			√	
20	punta			√	√	
<b>totales</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>4</b>

### 5.4.1 Grado Alcohólico



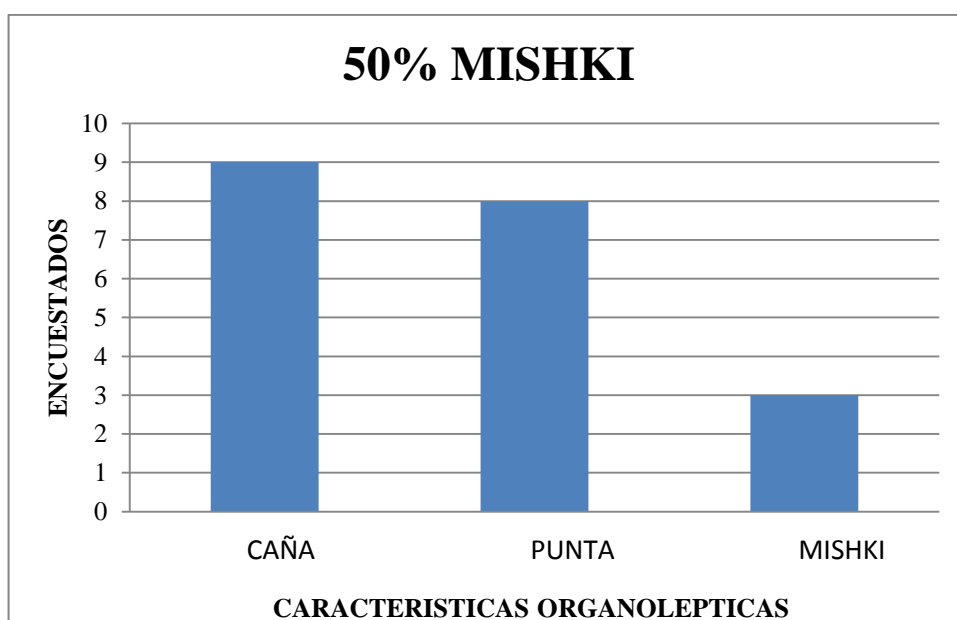
### 5.4.2 Grado de aceptabilidad



### 5.4.3 Características organolépticas

Tabla 15

Sabor	Encuestados
Caña	9
Punta	8
Mishki	3



De acuerdo a las pruebas organolépticas de las tres mezclas de licor preparadas, la del 100% mishki tuvo más aceptación, de los 20 encuestados, a 18 les agrado este tipo de mezcla o sea un 90 %.

La muestra encuestada con un 50% mishki, solamente a 15 personas les agrado o sea un 75%, encontrando que este licor presentaba un sabor a punta (alcohol obtenido a partir del guarapo de la caña de azúcar).

## **VI. CONCLUSIONES**

- I.** Se debe tomar en cuenta que el mishki en estado natural se fermenta rápidamente, por lo que para realizar cualquier proceso de elaboración de alimentos se recomienda la inmediata pasteurización para evitar la pérdida de azúcares del mishki.
  
- II.** En cuanto al funcionamiento de la máquina de destilación se deja realizada las respectivas pruebas que dieron un correcto resultado en cuanto a su funcionamiento normal y eficaz.
  
- III.** También concluimos que la destilación obtenido con esta máquina presento características físicas y organolépticas agradables de buena consistencia como exigen las normas, sobre un producto de calidad denominado la tequila.
  
- IV.** Por último una de las conclusiones más relevantes para mí como autor de este producto, he podido adquirir y alimentar un mayor conocimiento en este campo, el cual me ayudará a fortalecer un mejor desempeño en el campo de la industria de licores.



## VII. RECOMENDACIONES

- I. Para la elaboración del licor de penco azul Agave americana se necesita realizar un cernido de aguamiel haciéndolas pasar por cedazo finos reteniendo impurezas y residuos celulósicos de las paredes del orificio del agave producto del raspado diario.
- II. En la experimentación del licor del penco azul se utilizó levaduras *Saccharomyce cerevisiae* en una presentación de “levadura fresca prensada” de la industria Levapán. Sin embargo para la producción del licor a mayor escala se recomienda utilizar las levaduras en presentación de “levaduras seca”, ya que según Levapán 1 kilo de levadura seca equivale a 3 kilos de levadura fresca
- III. Cualquier persona que se encargue de operar el destilador, deberá ser capacitada para la obtención de un buen producto final. Tener muy en cuenta la conexión entre el caldero y el enfriador, antes de usarlo. Revisar que el empaque de la tapa este en su posición correcta y los seguros de ajuste de la tapa deberán estar bien ajustados. Limpiar y lavar la máquina adecuadamente una vez terminado su utilización.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- APUNTES sobre la *fermentación alcohólica* (Accedido enero 2011)  
[http://www.bedri.es/Libreta\\_deapuntes/F/FE/Fermentacion\\_alcoholica.htm](http://www.bedri.es/Libreta_deapuntes/F/FE/Fermentacion_alcoholica.htm)
- AMT Academia Mexicana de Tequila, A.C., 2008  
[www.acamextequila.com.mx/amt3/degus.html](http://www.acamextequila.com.mx/amt3/degus.html). Julio 2008
- *Agave americana - Fichas de plantas - Infojardín*  
[fichas.infojardin.com/.../agave-americana-pita-alcivara-pitera-sisal-maguey](http://fichas.infojardin.com/.../agave-americana-pita-alcivara-pitera-sisal-maguey).
- *Agave - Información sobre la planta - Propiedades y cultivo - Elicriso*  
[www.elicriso.it/es/como\\_cultivar/agave/](http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/agave/)
- BIZER, C., 2008 “*Agave americana*”.  
[www.dbpedia.org/resource/Agave americana](http://www.dbpedia.org/resource/Agave_american), (Noviembre, 2008)
- CONVENIO MAG/IICA, 2001, “*Agave ssp. Guía técnica de cultivo*”, Ecuador  
[www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/convenio%20MAG/%20IICA](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/convenio%20MAG/%20IICA)  
(Julio 2007).
- CESAVEG/ 2008/.*Campaña de manejo fitosanitario del agave tequilero*.  
[www.cesaveg.org.mx](http://www.cesaveg.org.mx) e-mail. [cesaveg@cesaveg.org.mx](mailto:cesaveg@cesaveg.org.mx)
- ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - Repositorio Digital EPN  
[bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf)
- *Escuela superior politécnica de Chimborazo... - DSpace ESPOCH*  
[dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/830/1/27T0145.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/830/1/27T0145.pdf).
- El Mercurio. 2004. *Festival de la alegría en Ñamarín [2004-10-25]*. El Mercurio de Cuenca (Ecuador). URL: <http://www.elmercurio.com.ec/> (25/12/2005).
- CHAWARMISHKI  
[www.mexicodesconocido.com.mx/el-pulque-la-bebida-de-los-dioses-leadguitar.com.mx/.../Chaguarmishqui%20Pulque%20Agave%20Ecu](http://www.mexicodesconocido.com.mx/el-pulque-la-bebida-de-los-dioses-leadguitar.com.mx/.../Chaguarmishqui%20Pulque%20Agave%20Ecu)

- HRISTOV.A, 2004 “*artículo científico sobre agave americana*”.  
[www.ciencia.net/ver articulo /agave -americana](http://www.ciencia.net/ver_articulo /agave -americana) (Abril ,2008)
- Los destilados de *agave* en México y su denominación de origen  
[www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option...agave](http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option...agave).
- MISHKI WARMY *Chaguado Por Mujeres de Pingulmi y Guachalá, Cayambe - Ecuador* disponible en: [www.quitsato.org](http://www.quitsato.org) o también en [www.sangay.com/ecuadorguide/ecuador/mishky20/03/2011](http://www.sangay.com/ecuadorguide/ecuador/mishky20/03/2011)
- **UNIVERSIDAD tecnológica equinoccial TEMA - Repositorio UTE**  
[repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/9605/1/37366\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/9605/1/37366_1.pdf)
- PERIÓDICO el tiempo de Cuenca  
[www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/12336](http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/12336)
- Procesos de destilación - repsol.com  
[www.repsol.com/es\\_es/corporacion/.../procesos-destilacion.asp](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/.../procesos-destilacion.asp)
- Tipos de Agaves.28/10/2010. [tiiposdeagaves.blogspot.com/](http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm)  
[http://www.alambiques.com/tecnicas\\_destilacion.htm](http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm)
- Tesis Agroindustrial (IAGRO)  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1693>

## **ANEXOS**

**Planos para el diseño del destilador.**

### Imágenes del Destilador utilizado en el proceso.



**Conexión normal**



**Destilador**



**Condensador**

### Proceso para la obtención del mishki del penco azul *Agave americana*

**Paso 1.** Despuntado de las hojas

**Paso 2.** Cortado de la hoja a ser extraída

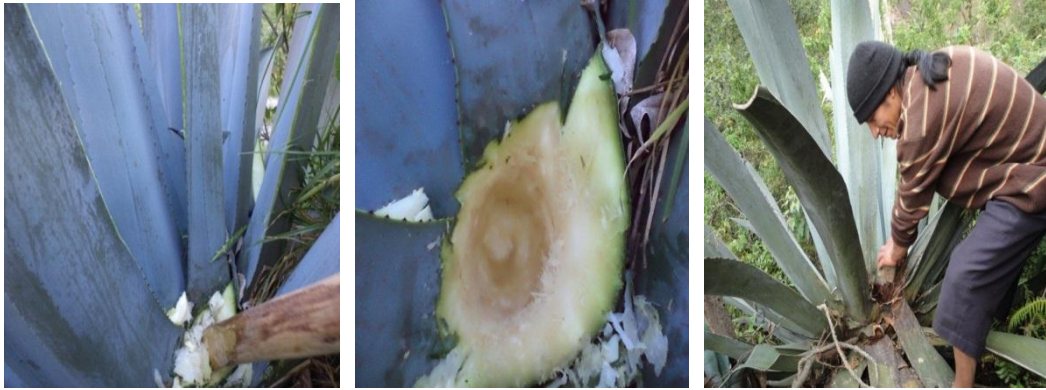
**Paso 3.** Cortado en forma circular con un machete puntiagudo



**Paso 4.** Movimientos de las paredes de la cavidad

**Paso 5.** Cavidad terminada

**Paso 6.** Destapado del hoyo para la recolección del mishki



**Paso 7.** Recolección

**Paso 8.** Raspado de la cavidad

**Paso 9.** Tapado del hoyo con una piedra

